



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

PROYECTO TÉCNICO:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRUEBAS PARA LA
CAPACITACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA EMPRESA
SISELEC S.A UTILIZANDO EL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN IEC 61850
PARA LA SIMULACIÓN DE UN SISTEMA SCADA DE UNA SUBESTACIÓN
ELÉCTRICA BÁSICA”**

AUTOR:

JESSICA MARIBEL SATIÁN SATIÁN

DIRECTOR DEL PROYECTO TÉCNICO:

ING. CÉSAR CÁCERES GALÁN Msc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2018

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **JESSICA MARIBEL SATIÁN SATIÁN** con número de cédula de ciudadanía 0928889781 estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica, certifico que los conceptos desarrollados, diseño realizado, resultados analizados y las ideas, así como la totalidad del presente trabajo, son exclusiva responsabilidad del autor. A través de la presente declaratoria cedo los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA sede Guayaquil**, para la publicación total o parcial del presente trabajo de titulación en el repositorio virtual de la misma, dispuesto en el Art. 144 de la ley Orgánica de Educación Superior.

Guayaquil, 2018

(f)_____

Jessica Maribel Satián Satián.

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS

YO, **JESSICA MARIBEL SATIÁN SATIÁN**, con documento de identificación N° **0928889781**, manifiesto mi voluntad y cedo a la **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales del proyecto de titulación llamado “**Diseño e implementación de un módulo de pruebas para la capacitación del departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC S.A. utilizando el protocolo de comunicación IEC 61850 para la simulación de un sistema Scada de una subestación eléctrica básica**”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELECTRÓNICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad con plenos derechos para ejecutar las decisiones que crea conveniente.

Guayaquil, 2018

(f) _____

Jessica Maribel Satián Satián.

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, Cáceres Galán César Antonio declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación **“Diseño e implementación de un módulo de pruebas para la capacitación del departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC S.A. utilizando el protocolo de comunicación IEC 61850 para la simulación de un sistema Scada de una subestación eléctrica básica”**, realizado por la estudiante **Jessica Maribel Satián Satián**, declaro y certifico la aprobación del trabajo de titulación, ya que el proyecto cumple con todos los requisitos que solicita la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, septiembre 2018

.....

Ing. Cáceres Galán César Antonio Msc.

CI: 0911477776

AGRADECIMIENTOS

Mi más grande gratitud a Dios por darme la fuerza y sabiduría necesitaría para no desmayar en este caminar, agradezco a mi madre por su gran amor y sacrificio en el día a día, a mi padre por su apoyo y animo de seguir adelante, y a mis hermanas, por la gran ayuda que me brindaron en el momento necesario e impulsarme siempre a seguir adelante, a mi tutor Ing. Ing. Cáceres Galán César Antonio Msc. por haber aceptado ser mi tutor y estar siempre dispuesto a prestar su ayuda en todo momento, a mi compañeros y amigos, a la empresa SISELEC por su acogida para este proyecto, además, de cada uno de los integrantes de la misma, por brindarme su conocimiento y total soporte en la implementación de este proyecto.

Jessica Maribel Satián Satián

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien me acompaña siempre y me da la fuerza necesaria para caminar en el día a día y a mi familia a mis padres por cada consejo brindado, motivación y sobretodo el amor demostrado, al igual que el sacrificio hecho para conseguir este logro, a mis hermanas que siempre me han dado el apoyo que he necesitado y en especial a mi hermana que desde cielo me ve y sé que estará orgullosa de este logro alcanzado. A mis amigos que siempre me han brindado su completo apoyo siempre, sus consejos en cada etapa de mi vida, y son parte de esta historia.

Jessica Maribel Satián Satián

RESUMEN

AÑO	ALUMNO	DIRECTOR DE PROYECTO TÉCNICO	TEMA DE PROYECTO TÉCNICO
2018	JESSICA MARIBEL SATIÁN SATIÁN	ING. CÉSAR A. CÁCERES GALÁN Msc.	“Diseño e implementación de un módulo de pruebas para la capacitación del departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC S.A. utilizando el protocolo de comunicación IEC 61850 para la simulación de un sistema Scada de una subestación eléctrica básica”.

La finalidad del proyecto es brindar al departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC.SA un módulo de pruebas, que permita desarrollar simulaciones a nivel de control en una subestación eléctrica, utilizando un sistema Scada mediante la aplicación del protocolo de comunicación IEC 61850 en los IED’S de protección.

El módulo de pruebas se implementa, para realizar una simulación específica en determinados equipos de medición y protección de una subestación eléctrica, utilizando el equipo de prueba universal de relés OMICRON modelo CMC-356 para generación de señales analógicas, un relé de protección de transformadores marca SEL-487E y simuladores de equipos de protección primaria como interruptor de potencia complementados por seccionadores, cuyas señales de control, y estados ingresan al sistema de monitoreo Scada.

El Laboratorio de pruebas se ubicará en la empresa SISELEC y se proyecta en dos módulos: uno de control y otro de comunicación, que en este caso se implementará el módulo de comunicación detallado en este proyecto técnico, en el cual se realiza la integración de señales de control hacia el Scada mediante el protocolo de comunicación IEC 61850, a través del software ACSELERATOR RTAC.

Con ello se prevé la capacitación continua de Ingenieros y personal técnico involucrados en esta temática, además de realizar prácticas que reflejen la puesta en marcha de una subestación eléctrica.

ABSTRACT

The objective of this project is to provide the engineering department of the SISELEC.SA Company with a test module, which allows the development of simulations at the control level for an electrical substation, using a SCADA system through the application of the IEC 61850 standard of communication protocol in the IEDs of protection.

The test module was implemented to perform a specific simulation on certain measuring equipment and protection of an electrical substation, using the test equipment which is a universal relay OMICRON model CMC-356 for signal generation Analogues, a three-phase automatic protection Relay for the SEL-487E brand transformer and primary protective equipment simulators such as power breakers, whose control signals and the states of the same can be monitored in the SCADA system.

The Laboratory of essays is located in the company SISELEC S.A where two modules are projected: one of control and another of communication, that for this case the module of detailed communication will be implemented in this technical project, in which the signal the integration is realized From the control to the SCADA through the communication protocol IEC 61850, in the software ACSELERATOR RTAC.

This provides for the continuous training of engineers and technical personnel involved in this subject, in addition to carrying out practices that reflect the start-up of an electrical substation.

ABREVIATURAS

SCADA	Sistema de supervisión y control de adquisición de datos
SEL	Schweitzer Engineering Laboratories
IEC	International Electro technical Commission.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineering
IED	Intelligent Electronic Devices
LAN	Local Area Network
RTAC	Real-Time Automation Controller
RTU	Unidades Terminales Remotas
HMI	Interfaz Hombre Máquina
TCP/IP	Transmission control protocol/internet protocol
KVA	Kilo voltios amperios
MVA	Mega voltios amperios

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS	III
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR	IV
AGRADECIMIENTOS	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
ABREVIATURAS	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
EL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 ANTECEDENTES	1
1.3 IMPORTANCIA Y ALCANCE	2
1.4 DELIMITACION DEL PROBLEMA	3
1.4.1. TEMPORAL	3
1.4.2 ESPACIAL	3
1.4.3 ACADÉMICA	3
1.5 OBJETIVOS	4
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.6 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	4
1.7 BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA	5
1.8 MÉTODOS	5
1.8.1 MÉTODO EXPERIMENTAL	5
1.8.2 MÉTODO INDUCTIVO	5
1.9 IMPACTO	5
MARCO TEÓRICO	6
2.1 SISTEMA SCADA	6

2.1.1 COMPONENTE DE UN SISTEMA SCADA	7
2.1.2 FUNCIONES DE UN SISTEMA SCADA	7
2.2 RELE DE PROTECCION 487E.....	8
2.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	10
2.2.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN ACSELERATOR QUICKSET	10
2.2.3 COMUNICACIÓN IED 487E Y LA PC	12
2.3 CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN EN TIEMPO REAL (RTAC)	18
2.3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	19
2.3.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN RTAC.....	19
2.3.3 COMUNICACIÓN ENTRE LA PC Y LA RTAC.....	20
2.4 SOFTWARE ACSELERATOR ARCHITEC	24
2.4.1 ARCHIVOS CONFIGURED IED DESCRIPTION (CID)	25
2.4.2 REPORTES Y BASE DE DATOS DEL SOFTWARE ARCHITEC	26
2.4.3 TIPOS DE BASE DE DATOS (DATASETS)	27
2.5 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN IEC61850.....	27
2.6 RELOJ SINCRONIZADO	31
2.7 CONMUTADOR (SWITCH).....	32
2.8 CONFIGURACIÓN DE NÚMERO DE IEDS.....	32
2.9 CABLES DE CONEXIÓN.....	33
2.10 INTERRUPTORES.....	34
2.11 RELES AUXILIARES BIOESTABLES.....	35
2.12 SELECTORES	36
2.13 LUCES PILOTO.....	36
2.14 BORNERAS ABB	37
2.15 BORNERAS CORTO-CIRCUITABLE	37
2.16 ARQUITECTURA SCADA	38
2.17 MALETA DE INYECCIÓN CMC 356	38
2.18 FUENTE 125VDC	39
2.19 SOFTWARE DIAGRAM BUILDER.....	40
MARCO METODOLÓGICO	42
3.1 CONSTRUCCIÓN DE LOS MÓDULOS DE PRUEBA	42
3.2 DISEÑO DE LOS MÓDULOS DE PRUEBA	42
3.3 DISEÑO FÍSICO INTERIOR Y DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS	45
3.4 DIAGRAMA UNIFILAR	47

3.5 DISEÑO E INSTALACIÓN DE LOS TABLEROS	48
3.6 DIAGRAMAS DE CONTROL DE LOS TABLEROS	57
DESARROLLO DEL BANCO DE PRÁCTICAS	67
4.1 PRÁCTICA #1:	67
4.2 PRÁCTICA #2:	77
4.3 PRÁCTICA #3:	84
4.4 PRÁCTICA #4:	97
4.5 PRÁCTICA #5.....	105
4.6 PRÁCTICA #6:	111
ANÁLISIS DE RESULTADOS	125
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES.....	127
ANEXOS	128
BIBLIOGRAFÍA.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.- VISTA FRONTAL RELÉ 487-E	8
FIGURA 2. VISTA POSTERIOR RELÉ 487-E.....	9
FIGURA 3. VENTANA PRINCIPAL SOFTWARE ACSELERATOR QUICKSET	11
FIGURA 4. CABLE SERIAL SEL C662	12
FIGURA 5. VENTANA PRINCIPAL DE PANEL DE CONTROL.....	13
FIGURA 6. VENTANA CONEXIÓN DE RED	13
FIGURA 7. VENTANA PROPIEDADES DE INTERNET.....	14
FIGURA 8. CAMBIO DE DIRECCIÓN IP	14
FIGURA 9. VISTA FRONTAL DEL RELÉ 487-E	15
FIGURA 10. OPCION SET SHOW RELÉ 487-E	15
FIGURA 11. SELECCIÓN DE PUERTO RELÉ 487E.....	16
FIGURA 12. CAMBIO DE DIRECCIÓN IP RELÉ 487-E.....	16
FIGURA 13. VENTANA PRINCIPAL CMD.....	17
FIGURA 14. VERIFICACIÓN DEL COMANDO PING	17
FIGURA 15. CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN EN TIEMPO REAL (RTAC)	18
FIGURA 16. VENTANA PRINCIPAL SOFTWARE RTAC.....	20
FIGURA 17. CONEXIÓN DE LA RTAC CON LA PC	20
FIGURA 18. CONEXIÓN DE LA RTAC CON LA PC	21
FIGURA 19. VENTANA DETALLES DE LA RED	21
FIGURA 20. VENTANA DE INICIO VÍA INTERFAZ WEB RTAC	22
FIGURA 21. VENTANA PRINCIPAL INTERFAZ WEB SEL RTAC	22
FIGURA 22. VENTANA CONFIGURACIÓN DE PUERTO DE RED.	23
FIGURA 23. VENTANA DE CONFIGURACIÓN DE LA RTAC	23
FIGURA 24. VENTANA CMD CON EL COMANDO PING.....	24
FIGURA 25. VENTANA PRINCIPAL SOFTWARE ARCHITEC.....	25
FIGURA 26. VENTANA REPORTES EN EL SOFTWARE ARCHITEC.....	26
FIGURA 27. VENTANA DATA SETS EN EL SOFTWARE ARCHITEC	26
FIGURA 28. VENTANA PARTES DATA SETS EN EL ARCHITEC.....	27
FIGURA 29. VENTANA DE NODOS LÓGICOS EN EL SOFTWARE ARCHITEC	30
FIGURA 30. SEL-2404.....	31
FIGURA 31. CONMUTADOR.....	32
FIGURA 32. NÚMERO DE PARTE DEL RELÉ 487E	33
FIGURA 33. CABLE DE CONEXIÓN DE COBRE	33
FIGURA 34. PATCH CORD DE FIBRA LC/LC).....	34
FIGURA 35. INTERRUPTOR EATON.....	35
FIGURA 36. RELÉ BIOESTABLE ARTECHE.....	35
FIGURA 37. SELECTOR DE TRES POSICIONES.....	36
FIGURA 38. LUCES PILOTOS	36
FIGURA 39. BORNERAS ABB.....	37
FIGURA 40. BORNERA CORTO-CIRCUITABLE.....	37
FIGURA 41. ARQUITECTURA SCADA.....	38
FIGURA 42. MALETA OMICRON CMC 356	39
FIGURA 43. FUENTE RECTIFICADORA 125VDC.....	39
FIGURA 44. PANTALLA HMI	40
FIGURA 45. VENTANA HMI LÍNEA ENTRADA 69KV	41
FIGURA 46. VENTANA HMI LÍNEA ENTRADA 69KV.....	41
FIGURA 47. MÓDULOS DE PRUEBA DE CONTROL	43
FIGURA 48. MÓDULO DE PRUEBA DE COMUNICACIONES	44
FIGURA 49. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS INTERNA EN TABLERO DE CONTROL.....	45

FIGURA 50. ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS DEL TABLERO DE CONTROL	46
FIGURA 51. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS TABLERO DE COMUNICACIONES.....	46
FIGURA 52. DIAGRAMA UNIFILAR.....	47
FIGURA 53. ALIMENTACIÓN DC DEL TABLERO.....	48
FIGURA 54. ARMADO DEL PLAFÓN PARA EL TABLERO DE CONTROL.....	49
FIGURA 55. PLAFÓN INSTALADO	49
FIGURA 56. VISTA DEL CABLEADO INTERNO DEL TABLERO	50
FIGURA 57. VISTA INTERNA DEL TABLERO DE CONTROL	51
FIGURA 58. AMARILLADO DEL TABLERO DE CONTROL	52
FIGURA 59. ENERGIZACIÓN EL TABLERO DE CONTROL	52
FIGURA 60.- RACK VACÍO DE COMUNICACIONES.....	53
FIGURA 61.- COLOCACIÓN DE EQUIPOS EN EL RACK DE COMUNICACIONES	54
FIGURA 62. RACK CON LOS EQUIPOS INSTALADOS	54
FIGURA 63. BORNERAS DE ALIMENTACIÓN PARA LOS EQUIPOS DE COMUNICACIÓN.....	55
FIGURA 64. ENERGIZADO EL TABLERO DE COMUNICACIONES	55
FIGURA 65. TABLERO DE CONTROL Y COMUNICACIÓN	56
FIGURA 66. NIVELES DE OPERACIÓN DENTRO DE UNA SUBESTACIÓN	57
FIGURA 67. CARÁTULA DE LOS DIAGRAMAS DE CONTROL	58
FIGURA 68. PLANO ALIMENTACIÓN DC	59
FIGURA 69. DIAGRAMA DE APERTURA Y CIERRE DE 52H.....	60
FIGURA 70. DIAGRAMA DE APERTURA Y CIERRE DE 89-A	61
FIGURA 71. DIAGRAMA DE APERTURA Y CIERRE DE 89-B	62
FIGURA 72. DIAGRAMA DE APERTURA Y CIERRE DE 89-C	63
FIGURA 73. DIAGRAMA DE APERTURA Y CIERRE DE 52-X	64
FIGURA 74. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LUCES PILOTO.....	65
FIGURA 75. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LAS ENTRADAS DEL IED487E	66
FIGURA 76. IED 487E	68
FIGURA 77. RTAC 3530.....	69
FIGURA 78. SOFTWARE QUICKSET	69
FIGURA 79. SOFTWARE RTAC	70
FIGURA 80. TABLERO DE CONTROL ENERGIZADO.....	71
FIGURA 81. TABLERO DE COMUNICACIÓN ENERGIZADO.....	71
FIGURA 82. RELÉ DE PROTECCIÓN 487E	72
FIGURA 83. RTAC 3530-4	72
FIGURA 84. RELÉ CONECTADO CON EL CABLE SERIAL EN EL PUERTO F	73
FIGURA 85. PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN EN QUICKSET	73
FIGURA 86. VENTANA DESCARGANDO PLANTILLA DEL RELÉ 487E.....	74
FIGURA 87. VENTANA UBICACIÓN DE LA DIRECCIÓN IP	74
FIGURA 88. INTERFAZ VÍA WEB DE LA RTAC.....	75
FIGURA 89. CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN	76
FIGURA 90. RELÉ DE PROTECCIÓN 487E.....	80
FIGURA 91. SOFTWARE ACSELERATOR.....	81
FIGURA 92. VENTANA DE CONFIGURACIÓN EN EL QUICKSET	81
FIGURA 93. WORBITS PARA REALIZAR CONTROL EN EL IED487E.....	82
FIGURA 94. VENTANA QUICKSET SALIDAS DIGITALES	82
FIGURA 95. DIAGRAMA DE LÓGICA 487E	83
FIGURA 96. LISTADO DE SEÑALES-SALIDAS DIGITALES.....	87
FIGURA 97. LISTADO DE SEÑALES-ENTRADAS DIGITALES	87
FIGURA 98. VENTANA SOFTWARE ARCHITEC	88
FIGURA 99. VENTANA CREAR NEW PROJECT.....	88
FIGURA 100. VENTANA ARCHITEC CON EL IED TRX.....	89
FIGURA 101. VENTANA ARCHITEC SELECCIONAR FIRMWARE	89
FIGURA 102. UBICACIÓN DE LAS DIRECCIONES IP DEL IED	90

FIGURA 103. DATASETS CREADOS	91
FIGURA 104. REPORTES CREADOS	91
FIGURA 105. NODOS LÓGICOS ENTRADA DEL IED 487E	92
FIGURA 106. NODOS LÓGICOS ENTRADA DEL IED 487E	92
FIGURA 107. DATASETS ENTRADAS DIGITALES	93
FIGURA 108. DATASETS SALIDAS DIGITALES.....	93
FIGURA 109. ENVIAR ARCHIVO CID HACIA EL IED.....	94
FIGURA 110. AGREGAR RTAC EN EL ARCHITEC.....	94
FIGURA 111. CONFIGURACIÓN DE LA RED DEL RTAC.	95
FIGURA 112. ENVÍO DE DATASETS Y REPORTS HACIA SEL_RTAC	95
FIGURA 113. VENTANA GUARDAR ARCHITEC.....	96
FIGURA 114. LISTADO DE SEÑALES PARA LA INTEGRACIÓN	100
FIGURA 115. VENTANA INSERTAR ARCHITEC	101
FIGURA 116. ARCHITEC EXPORTADO EN EL RTAC	101
FIGURA 117. CREACIÓN MAPA 104.....	102
FIGURA 118. CREACIÓN DE SEÑALES SIMPLES.....	102
FIGURA 119. CREACIÓN DE COMANDOS DOBLES	103
FIGURA 120. INTEGRACIÓN DE SEÑALES	103
FIGURA 121. CREAR SERVIDOR 104	108
FIGURA 122. AGREGAR UN SERVIDOR 104.....	108
FIGURA 123. PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN 104.....	109
FIGURA 124. CONFIGURACIÓN DE COMUNICACIÓN DEL SERVIDOR 104.	109
FIGURA 125. VENTANA SOFTWARE RTAC	117
FIGURA 126. VENTANA SOFTWARE RTAC	118
FIGURA 127. RTAC LISTO PARA PRUEBAS A NIVEL 2.	118
FIGURA 128. PRUEBAS DE SCADA NIVEL 3.....	119
FIGURA 129. RELÉ DE PROTECCIÓN EDS EN LÍNEA	119
FIGURA 130. ACTIVAR LOGGING LAYOUT	120
FIGURA 131. INGRESAR AL RTAC VÍA BROWSER.....	120
FIGURA 132. VISTA DE REPORTES	121
FIGURA 133. VISTA DE REPORTES EN EL RTAC.....	121
FIGURA 134. MALETA DE INYECCIÓN CMC 356	122
FIGURA 135. BORNERAS CORTOCIRCUITABLE CONECTADO CON LOS CABLES DE LA MALETA.....	122
FIGURA 136. VENTANA DEL SOFTWARE TEST UNIVERSE 2.0	123
FIGURA 137. VENTANA HMI DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.....	123
FIGURA 138. ANEXO1 RELÉ 487E.....	129
FIGURA 139. ANEXO 1 CARACTERÍSTICAS 487E	130
FIGURA 140. ANEXO 1 PROTECCIONES 487E	131
FIGURA 141. ANEXO 2 SEL3530-4 RTAC	132
FIGURA 142. ANEXO 2 DAIGRAMA FUNCIONAL RTAC.....	133
FIGURA 143. ANEXO 2 APLICACIONES SEL 3530-4 RTAC	134
FIGURA 144. ANEXO 3 CARACTERÍSTICAS RELÉ BIOESTABLE	135
FIGURA 145. ANEXO 4 BORNERA ABB	136
FIGURA 146. ANEXO 5 CARACTERÍSTICA BREAKER EATON.....	137
FIGURA 147. ANEXO 6 SWITCH DESCRIPCIÓN	138
FIGURA 148. ANEXO 6 CARACTERÍSTICAS	139
FIGURA 149. ANEXO 7 MALETA DE INYECCIÓN CMC356.....	140
FIGURA 150. ANEXO 7 CARACTERÍSTICA MALETA DE PRUEBAS CMC356	141
FIGURA 151. ANEXO 7 APLICACIONES CMC356.....	142
FIGURA 152. ANEXO 8 FUENTE 125VDC	143

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RELÉ DE PROTECCIÓN 487E, PARA MAYOR INFORMACIÓN REVISAR LE MANUAL DEL EQUIPO VER EL ANEXO 3.	10
TABLA 2: TABLA GRUPO DE NODOS LÓGICOS Y SUS FUNCIONES	29
TABLA 3.- LISTA DE EQUIPOS EN EL TABLERO DE TRANSFORMADOR	43
TABLA 4.- LISTA DE EQUIPOS EN EL TABLERO DE COMUNICACIONES	44

INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología utilizada para el control y manejo de sistemas de automatización para las subestaciones eléctricas ha aumentado considerablemente, los procesos han cambiado de forma que actualmente sean prácticos al momento de ponerlos en marcha.

Este proyecto está orientado al departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC S.A, para ello se pretende implementar dos módulos de pruebas para simular una subestación eléctrica, en el cual se pueda realizar prácticas de un sistema Scada, además de la implementación del protocolo de comunicación IEC 61850; configuración de cada equipo para la comunicación entre ellos y el monitoreo de una subestación desde el centro de control.

Para poner en marcha este proyecto, se estableció cuatro etapas: diseño, experimentación, análisis de resultados y documentación del módulo de pruebas, cada una de manera consecutiva con la otra.

El primer capítulo detalla el problema, la justificación, se define el alcance del proyecto y el grupo beneficiarios, así como se detallan los objetivos principales y específicos.

En el segundo capítulo, se adjunta la información más destacada con respecto al marco teórico dando énfasis al significado de un sistema Scada y los equipos de protección dentro de una subestación eléctrica.

En el tercer capítulo, contiene el marco metodológico, se visualiza los pasos a seguir para la construcción del módulo de pruebas, así como cada equipo que forma parte del tablero características y fichas técnicas de los mismos.

En el cuarto capítulo se redactará un manual de procedimiento, detallando cada software, parámetros y puertos de configuración para la implementación de un sistema Scada de una subestación eléctrica.

En el quinto capítulo se considera un banco de prácticas para poner en marcha la implementación de la comunicación IEC 61850 de cada equipo de protección hacia el Software que realizara el Scada (ACSELERATOR RTAC) donde se podrá visualizar su funcionamiento.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema que posee actualmente el departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC S.A, para ejecutar pruebas, simulaciones y prácticas, que faciliten el aprendizaje y la capacitación continua del personal, en los diversos temas relacionados al área eléctrica, para ello no posee con un espacio físico adecuado, ni equipos, que permitan realizar diversos tipos de pruebas experimentales, como el manejo de sistemas automatizados Scada para el control y monitoreo de subestaciones eléctricas, por lo cual la finalidad de la presente investigación es dar una solución estructurada y confiable para contrarrestar esta problemática.

El alcance del proyecto abarca facilitar al personal interno, así como personas externas a la empresa, las herramientas necesarias que permitan realizar diversas pruebas con el fin de simular una subestación eléctrica automatizada, así como el acertado uso de los protocolos que permiten la interacción de este tipo de sistemas, con la finalidad de brindarle a las personas un mayor nivel de conocimiento que le permita desarrollar un trabajo eficiente en pro del desarrollo de la empresa.

1.2 ANTECEDENTES

El auge de nuevas tecnologías relacionadas al ámbito de control y automatización, han logrado la optimización y mejoramiento en los sistemas de monitoreo de una subestación eléctrica. Esto ha beneficiado al sector eléctrico especialmente en la parte de control, supervisión y adquisición de datos.

La integración de los equipos IED'S (Dispositivo electrónico digitales) y la RTU (Controlador de automatización en tiempo real) que posee el software Scada ACSELERATOR RTAC, dentro de una subestación eléctrica se necesita seleccionar el protocolo de comunicación que se ajuste mejor a la necesidad requerida; el protocolo IEC 61850 cumple con las mejores características para efectuar la comunicación entre los equipos

La acción de poder realizar simulaciones sobre estos equipos, brinda una herramienta básica y fundamental para los ingenieros Junior, que aplican los conocimientos obtenidos en la Universidad dentro de su vida profesional.

Este proyecto pretende generar espacios de capacitación y de conocimiento para la comprensión de los diversos temas de un sistema eléctrico de potencia. El tema de estudio está delimitado al diseño de módulos de prueba que son parte del laboratorio que está en construcción.

1.3 IMPORTANCIA Y ALCANCE

La importancia de implementar los módulos de control y comunicación que será parte del laboratorio de pruebas donde se van a efectuar prácticas pertinentes para comprender la automatización de una subestación eléctrica, además de la configuración de los relés y del protocolo de comunicación IEC61850, software ACSELERATOR RTAC y el respectivo funcionamiento de cada uno de los equipos.

Este proyecto intenta, por una parte, brindar al nuevo profesional la oportunidad de poner a prueba sus conocimientos adquiridos, comprobar las investigaciones, las teorías y aplicarla a la vida real, a través de un estudio y prácticas previo a la construcción de una subestación eléctrica y la configuración del sistema Scada, además de las múltiples pruebas que requiera realizar los ingenieros de SISELEC.

La implementación de este proyecto beneficia a los ingenieros, proveedores y personal técnico del departamento de Ingeniería de la empresa, los que van a utilizar los módulos de pruebas en las instalaciones de SISELEC.

La empresa SISELEC es la encargada de suministrar todos los materiales y equipos necesarios para la construcción de los módulos, como cables, borneras, marquillas, terminales, selectores, luces, conmutador, además del relé de protección y RTU estas son de la marca SEL, además de los softwares que se utiliza para configurar cada equipo.

Además de proveer el espacio físico donde estarán ubicado los módulos, que será dentro de un laboratorio que se pretende construir.

1.4 DELIMITACION DEL PROBLEMA

El presente proyecto tiene como meta la implementación de módulos de pruebas, etiquetados de las siguientes maneras Rack (Tablero de Comunicaciones) y TP01 (Tablero de Control), mediante estos tableros se realiza la simulación de una subestación básica, tesis realizada por la estudiante Jessica Satián Satián en el periodo Marzo a Noviembre del presente año, el proyecto va acompañado de un banco de siete prácticas y para ello los tableros necesitan alimentación eléctrica, siendo necesario para el Tablero de comunicación 110VAC y para el Tablero de control 125VDC.

Para ello ambos tableros poseen en su interior equipos de marca SEL, como el IED, RTU, en los que se implementará el protocolo de comunicación IEC 61850, todo ello se complementa con el accionamiento de equipos control tales como: selectores, luces pilotos, disyuntores, etc.

1.4.1. TEMPORAL

Este proyecto tiene una duración de diez meses desde la aprobación del tema para su diseño e implementación, de ahí estará bajo la responsabilidad de SISELEC.

1.4.2 ESPACIAL

El proyecto fue desarrollado dentro de las instalaciones de la Empresa INPROEL S.A., y será considerado como activo fijo del laboratorio que se está creando dentro del mismo, el departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC es la encargada y responsable de llevar a cabo este proyecto.

1.4.3 ACADÉMICA

Este proyecto en conjunto a sus prácticas, ayuda a realizar diversas pruebas o experimentos en donde se pondrá a prueba los conocimientos adquiridos en sus estudios y o experiencia laboral.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un módulo de pruebas para la capacitación del departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC S.A utilizando el protocolo de comunicación IEC 61850 para la simulación de un sistema SCADA de una subestación eléctrica básica.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar un módulo de control y comunicación.
- Desarrollar el cableado estructurado de todos los equipos del sistema Scada.
- Implementar el sistema Scada con el Software ACSELERATOR RTAC,
- Simular el monitoreo de una subestación eléctrica básica.
- Obtener datos de todos los eventos que se presenten en la simulación del sistema Scada.
- Desarrollar un banco de seis prácticas para el uso didáctico del nuevo módulo implementado en la empresa SISELEC.

1.6 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El proyecto consta de dos módulos didácticos, estos se van a aprovechar dentro de la empresa SISELEC por el departamento de Ingeniería, que consta de equipos que por lo general se utilizan en una subestación eléctrica.

El primer tablero consta de equipos de comunicación, RTAC es un concentrador de datos donde se almacena toda la información de los IEDs que se encuentra en una subestación eléctrica básica y un conmutador (switch) el cual permite crear una red interna para poder tener comunicación entre ellos.

De igual manera el segundo tablero es de control y consta de equipos como interruptores, selectores, luces pilotos, y relés Bio-estable estos intentan simular equipos primarios que hay en una subestación cada equipo con su respectivo cableado y terminales de conexión.

Adicional se pretende generar guías de prácticas didácticas para que los ingenieros y/o los colaboradores del departamento de Ingeniería interactúen con los módulos didácticos.

1.7 BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA

Los principales beneficiarios con este proyecto práctico son los ingenieros, personal técnico, proveedores, del departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC, ellos podrán utilizar el módulo de pruebas de comunicación en las instalaciones de INPROEL.

1.8 MÉTODOS

1.8.1 MÉTODO EXPERIMENTAL

El método experimental en las ciencias de la ingeniería presenta una serie de características que vinculan en forma natural con la innovación tecnológica, lo cual indica que las instancias de promoción inicial de los proyectos de investigación.

En el proyecto se ve reflejado el método experimental en el módulo de pruebas, funcionamiento de equipos, elementos de protección y de control para la simulación de una subestación eléctrica.

1.8.2 MÉTODO INDUCTIVO

El método inductivo permitió obtener los resultados en los experimentos y comparar la teoría y los resultados; y así conseguir las conclusiones obtenidas en el proyecto.

1.9 IMPACTO

El presente proyecto intenta, por una parte, brindar al nuevo profesional la oportunidad de poner a prueba sus conocimientos universitarios adquiridos, en un módulo de pruebas dentro del laboratorio que se encontrara dentro del departamento de Ingeniería en la empresa SISELEC.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA SCADA

El sistema SCADA consiste en el control, supervisión y adquisición de datos que envía comandos de control a múltiples terminales remotas transfiriendo mensajes codificados digitalmente entre los terminales por medio de canales de comunicación de información en serie. (Cornejo, 2011)

Las Unidades Terminales Remotas (RTU) son las encargadas de realizar la recolección de datos, dicha información se transfiere a una central la cual es encargada de procesar y analizar lo que se visualiza en el HMI del operador y/o asignar comandos de control que se requiere. (Cornejo, 2011)

El medio de comunicación necesario para la comunicación entre el sistema SCADA y los terminales remotos puede ser provisto por cualquier medio capaz de soportar señalización binaria en serie, incluyendo cable, radio y canales ópticos de fibra óptica. (Institute)

La función más importante de un sistema SCADA es brindar a los operadores de una subestación, una herramienta fácil y fiable que son diseñadas en plataformas como Windows o Linux, el cual permite desempeñar una mejor labor al momento de monitorear una subestación y almacenar la información en una base de datos.

El sistema SCADA, cuyo uso tradicional se da dentro de operaciones de una subestación eléctrica se ha expandido enormemente. El centro de control, en su rol tradicional, realiza el control de supervisión y la adquisición de datos, junto con las funciones de visualización, registro, procesamiento de datos y archivo utilizados principalmente para las operaciones. Sin embargo, la llegada de la integración y la automatización de un sistema SCADA en la red de información de toda la empresa han dado paso a un rol más amplio.

Un SCADA sirve como fuente de datos operacionales importantes necesarios para la gestión efectiva del negocio de la empresa. (Society, 2008)

2.1.1 COMPONENTE DE UN SISTEMA SCADA

Un sistema SCADA contiene lo siguiente elementos:

- **Operador:** Persona que monitorea de forma remota la operación de una subestación eléctrica y ejecuta función de control de supervisor.
- **Interfaz Hombre Maquina (HMI):** Es un software que se encarga de interactuar con el operador. De igual manera se provee información por medio de gráficos, esquema, pantallas y menús.
- **Unidad Terminal Maestra (MTU):** Es la Unidad central en una arquitectura maestro/esclavo. La MTU muestra la información al operador por medio de una pantalla interfaz gráfica o HMI, esta guarda la información/datos de las unidades remotas y envía las señales de control hacia el centro de control. (Cornejo, 2011)

2.1.2 FUNCIONES DE UN SISTEMA SCADA

Un sistema SCADA para que sea rentable o sea una buena opción, debe tener las siguientes funciones básicas:

- Almacenar mediante la adquisición de datos para su proceso posterior, para supervisar desde un monitor la evolución de las variables y controlar el estado de las instalaciones bajo su responsabilidad.
- Permitir administrar la gestión y mantenimiento del sistema SCADA ejerciendo control, para modificar la evolución del proceso, actuando sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, menús, etc.) sea de manera automática o a solicitud del operador.
- Comunicación de datos en tiempo real. Este es un punto clave en la entrada y salida de información por lo que debe poseer ciertos estándares de seguridad.
- Representación gráfica de los datos. Interfaz del Operador o HMI (Human Machine Interface), además la presentación de alarmas, alertando al operador sobre condiciones anormales que pudieran requerir su intervención. (Penin, 2007)

2.2 RELÉ DE PROTECCIÓN 487E

El relé de protección 487E de marca SEL que se muestra en la figura 1 en su parte frontal y la figura 2 muestra la parte posterior, es ideal para proteger y monitorear la mayoría de las aplicaciones de los transformadores de poder, posee hasta cinco entradas de corriente trifásicas, tres elementos de protección de falla a tierra restringida (REF) y dos entradas de tensión trifásica.

Se va a trabajar con dos tarjetas para las señales de corriente de alta y de baja, para poder simular las protecciones de sobre corriente y diferencial.

De igual manera las entradas digitales serán utilizadas para presentar los estados de los equipos primarios que serán simuladores por los relés Bio-estable, además de las salidas que me permiten realizar el control de los equipos primarios que se encuentran en una subestación eléctrica básica.

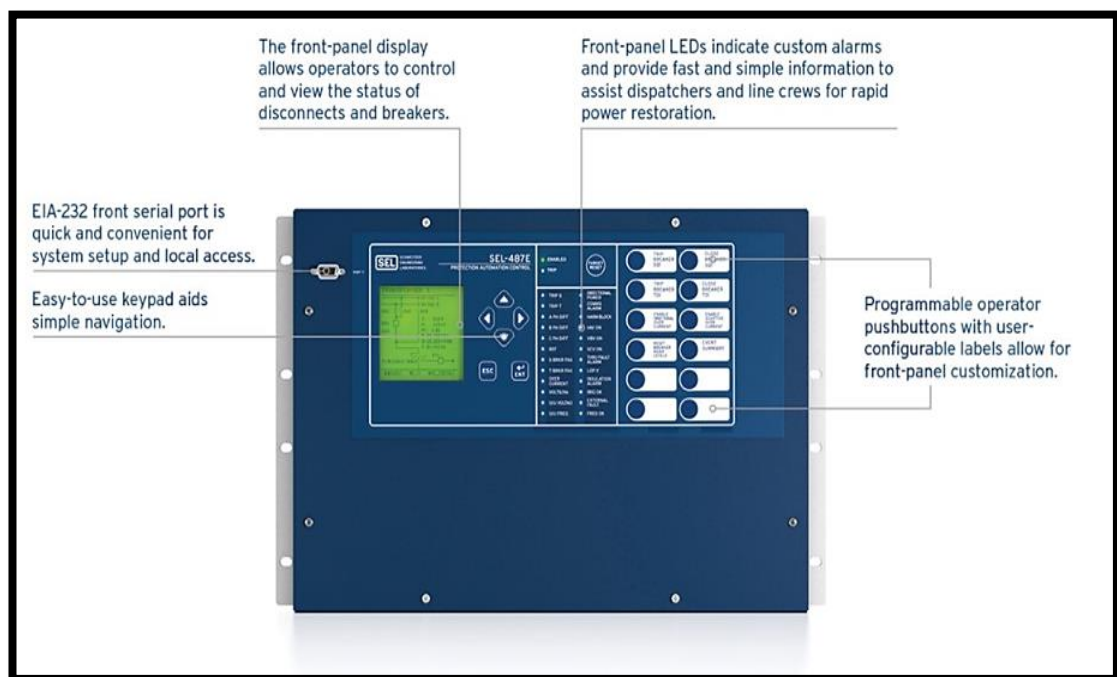


Figura 1.- Vista Frontal Relé 487-E

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories, 2017)

El relé 487-E minimiza el tiempo de puesta en servicio y elimina errores costosos, posee un software AcSELeRator Quickset, el cual permite la configuración del IED.

El monitoreo térmico a través de fallas le permite rastrear el desgaste del transformador de potencia y programar el mantenimiento según sea necesario.

La supervisión del desgaste del interruptor reduce el mantenimiento ineficiente y costoso del interruptor, ahorrando tiempo y dinero. (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc, 2017)

El protocolo de comunicación a utilizar en el relé 487-E es IEC-6180, protocolo por el cual se tiene interoperabilidad con los demás IEDs que se encuentren en la subestación, el medio de comunicación es Ethernet fibra, tal como observamos la figura 2.

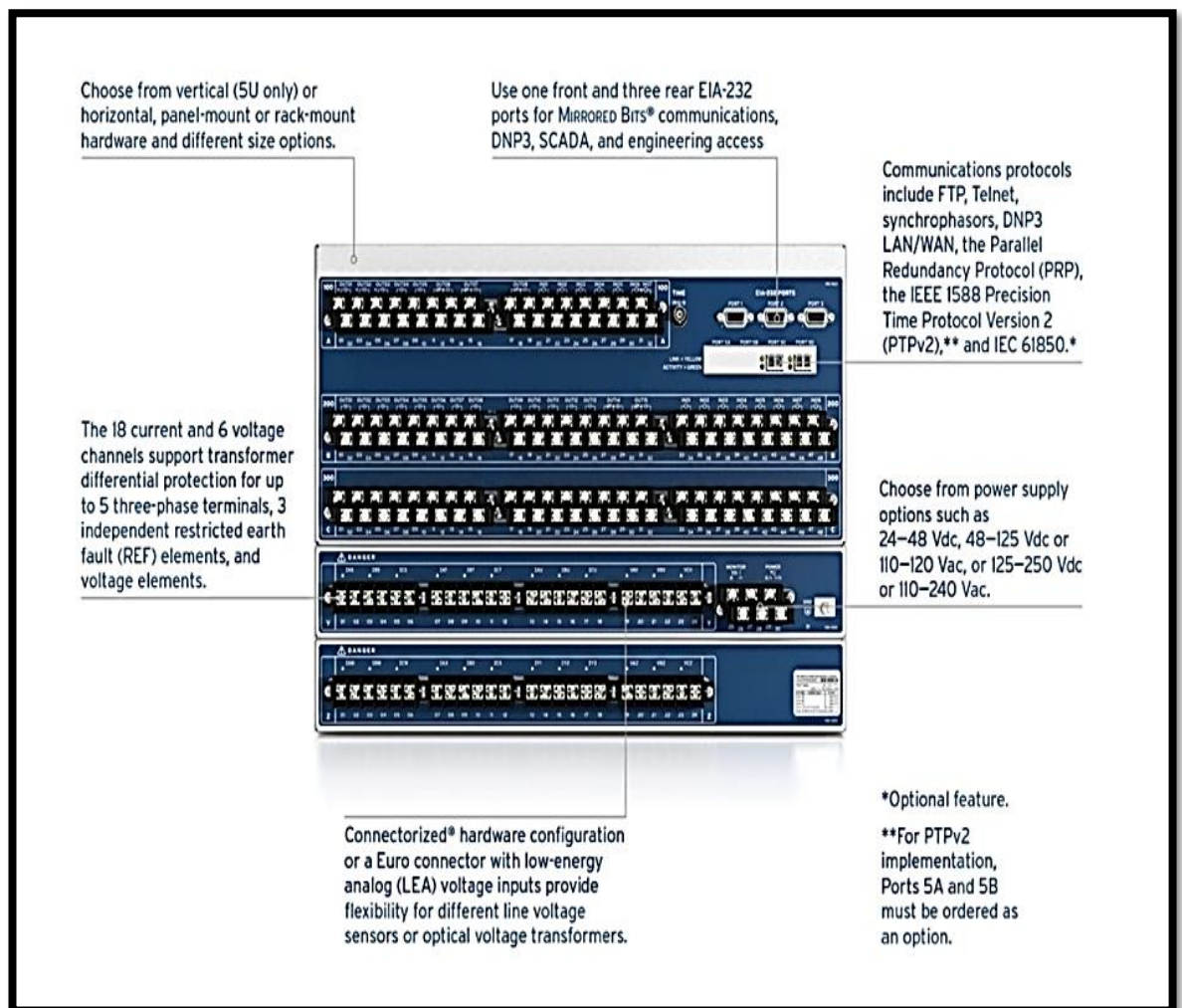


Figura 2. Vista Posterior Relé 487-E

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories, 2017)

2.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 1: Especificaciones Técnicas Relé de Protección 487E, para mayor información revisar le manual del equipo ver el Anexo 1.

Descripción	Características
Número de Parte	0487E3X611XXC2X43624XXX
Fuente de Alimentación	125-250VDC o 110-240VAC
Protocolo de Comunicación	FTP, Telnet, FTP, DNP3 e IEC61850
Puertos de Comunicación	Puerto 5C,5D : Ethernet Card with Two 100BASE-FXConnectors
Voltaje de Entradas Digitales	125VDC
Entradas de Corriente AC	S-T-U.W-X (3-Fases)=5A
Temperatura de Operación	(-40 ^a a +85 ^a C)

Fuente: (Autor)

2.2.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN ACSELERATOR QUICKSET

Para la configuración del relé de protección 487E es necesario utilizar el software AcSELerator Quickset (SEL-5030) proporcionadas por el fabricante del equipo, y está disponible en la página web de SEL <https://selinc.com/>, de esta manera se obtiene un correcto desempeño del mismo al momento de generar el desarrollo de las prácticas, ya que sus equipos y software poseen las características acordes para efectuar dicho trabajo, ver figura 3 la ventana de ingreso al software.

El software AcSELerator Quickset SEL-5030 es una herramienta creada para los ingenieros y técnicos configuren los relés SEL, pongan en marcha y administren dispositivos de forma rápida y fácil para la protección, el control, la medición y el monitoreo del sistema de energía eléctrica. Quickset Device Manager, incluido como un paquete de expansión opcional y gratuita, brinda capacidades adicionales de administración, control y control de versiones de dispositivos como se muestra en la figura 3. (Schweitzer Engineering Laboratories , 2017)



Figura 3. Ventana Principal Software AcSELERator Quickset

Fuente: (Autor)

Quickset es parte de la familia AcSELERator Software, por lo que es más eficiente al momento de trabajar y gestionar procesos, para ello se tiene un conjunto de herramientas que ayudan a mejorar la programación en los relés.

Su visualización y gestión avanzada, Quickset proporciona la flexibilidad y confianza en un solo dispositivo para diseñar un sistema completo; crear y editar ajustes, diseño de la lógica de manera gráfica o por medio de líneas de código. Además de crear plantillas para protección, control, medición, Scada. (Schweitzer Engineering Laboratories , 2017)

El software Quickset posee un diseño de configuración óptima, por medio del editor de lógica, esto ayuda a que se simplifique la configuración lógica del relé, son herramientas fáciles de arrastrar y soltar cada elemento, en la configuración lógica, verifica automáticamente si las configuraciones que se hayan realizado en la misma, sean las correcta y así asegurarse que están dentro del alcance y lo permitido.

El Software AcSELERator Quickset permite la comunicación con diversos IEDs que sean de la misma marca SEL.

2.1.2 .1 TIPO DE COMUNICACIÓN SERIAL

Un cable SEL C662, los mismos que están diseñados de acuerdo a las normas de mano de obra de IPC, bajo certificación ISO 9001. En SEL están disponibles una variedad de cables estándar y a la medida, de pares trenzados y coaxiales, además de combinaciones de conectores como se muestra en la figura 4.

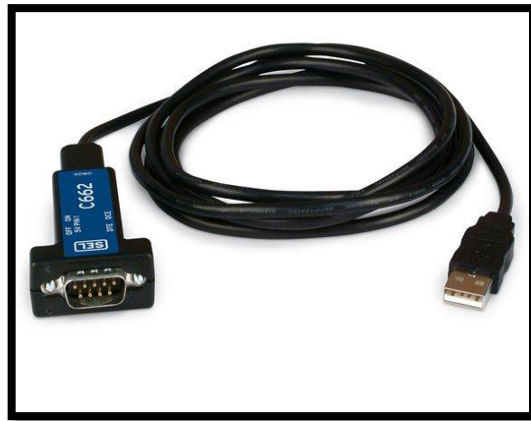


Figura 4. Cable Serial SEL C662

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories , 2017)

2.2.1.2 TIPO DE CONEXIÓN ETHERNET

La comunicación por este medio se la realiza a través de un cable de conexión de cobre (Patch cord), también llamado UTP (Par Trenzado No Blindado). El único requisito es que el computador se encuentre en la misma red, que la del relé o el equipo con el que desee comunicar.

2.2.3 COMUNICACIÓN IED 487E Y LA PC

Para realizar la configuración del relé de protección, IED se necesita que previo a esto, los equipos estén conectados entre sí, dentro de la misma red, a continuación, se procede a enumerar las directrices necesarias para obtener la comunicación entre ambos equipos.

- 1) Ingresar al panel de Control de la PC como se muestra en la siguiente figura 5. Y damos clic en “Redes e Internet”.

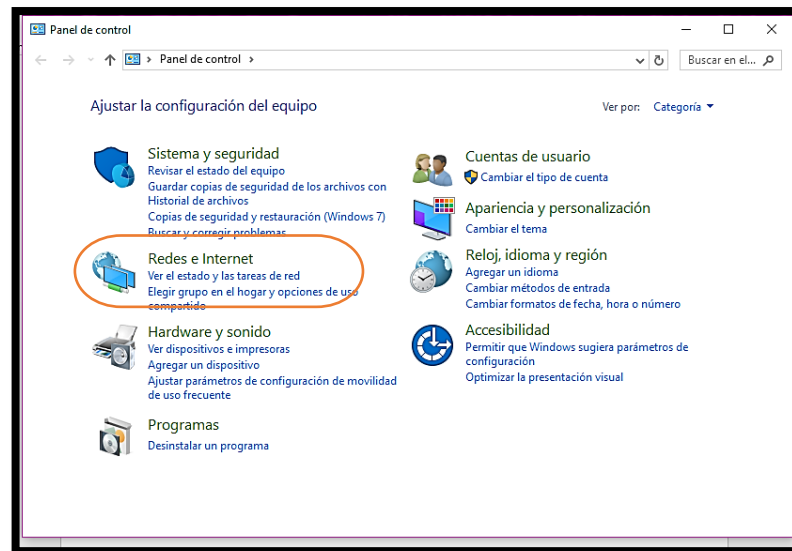


Figura 5. Ventana Principal de Panel de Control

Fuente: (Autor)

- 2) A continuación, se abre la siguiente ventana y se elige la opción **ETHERNET** como se muestra en la figura 6.

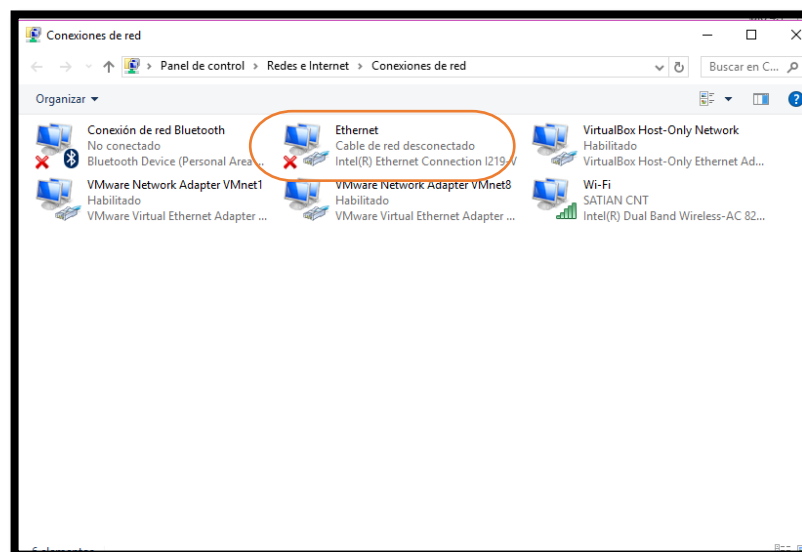


Figura 6. Ventana Conexión de Red

Fuente: (Autor)

- 3) Dar Clic derecho en Propiedades Ethernet, luego en la opción TCP/IP como se muestra en la figura 7.

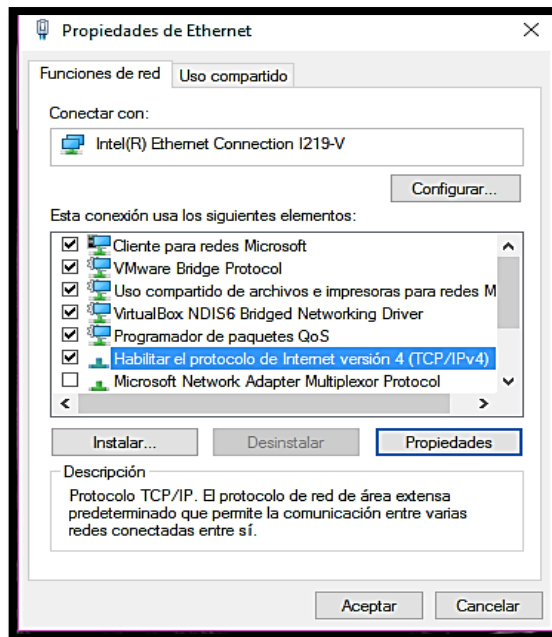


Figura 7. Ventana Propiedades de Internet

Fuente:(Autor)

- 4) Finalmente dar clic en la opción **usar la siguiente dirección IP** y se agrega la dirección que se ubica dentro de la misma red, como se muestra en la figura 8.

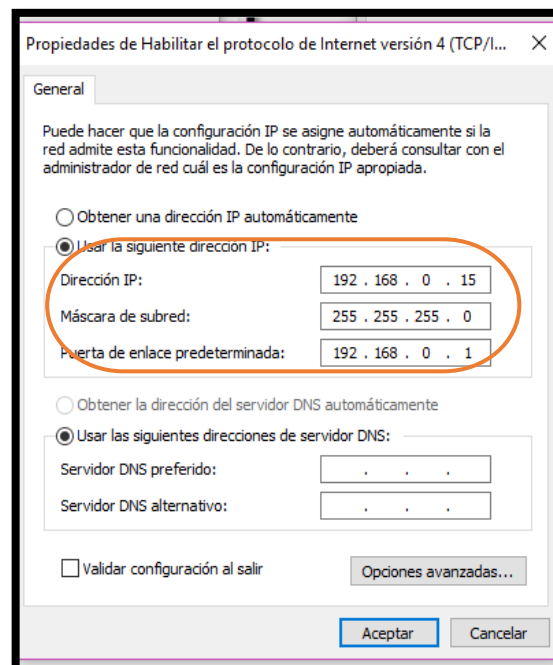


Figura 8. Cambio de dirección IP

Fuente: (Autor)

- 5) En el IED el cambio de la dirección IP se lo puede realizar desde la pantalla frontal.



Figura 9. Vista Frontal del Relé 487-E

Fuente: (Autor)

- 6) Ingresar al Menú principal como se muestra en la figura 9.
- 7) Seleccionar la opción **SET SHOW** como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Opcion Set Show Relé 487-E

Fuente: (Autor)

- 8) A continuación, elegir el puerto (depende en que puerto se encuentra conectado el cable de comunicación) como se muestra en la figura 11.



Figura 11. Selección de Puerto Relé 487E

Fuente: (Autor)

- 9) Dentro de **IP Configuration**, se escribe la dirección IP, Mascara de Subred y la puerta de enlace (Gateway) como se muestra en la figura 12.

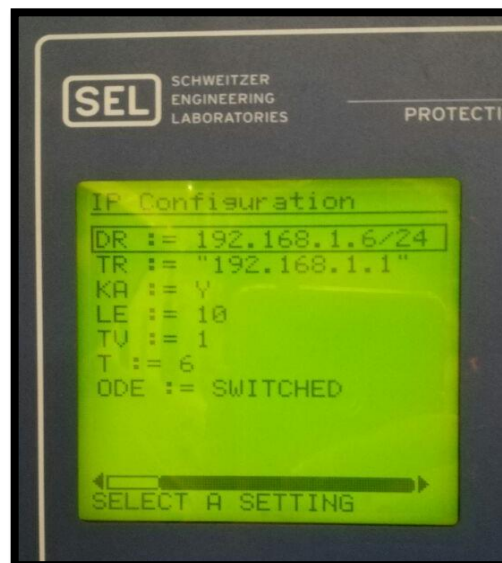


Figura 12. Cambio de dirección IP Relé 487-E

Fuente: (Autor)

- 10) Para verificar que los equipos se encuentran dentro de la misma red, se comprueba haciendo un ping este comando permite realizar una verificación del estado de la dirección IP si es accesible a la red.

- 11) Ir a “Ejecutar” y escribir CMD
- 12) Una vez que se tenga la pantalla se escribe el comando ping y la dirección IP del IED como me muestra en la figura 13.

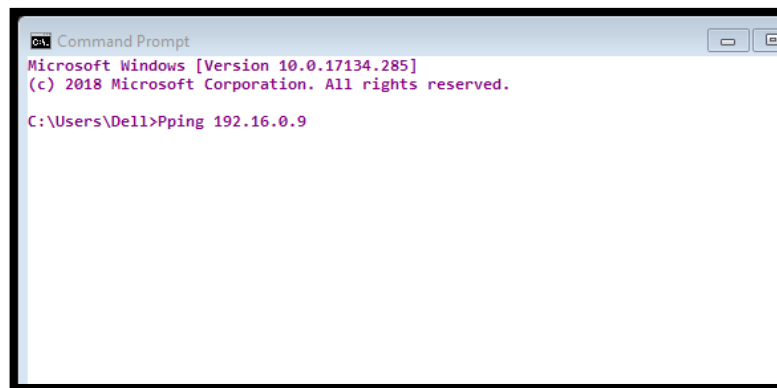


Figura 13. Ventana Principal CMD

Fuente: (Autor)

- 13) Si se obtiene respuesta, la IP del IED se encuentra dentro de la misma red como se muestra en la figura 14

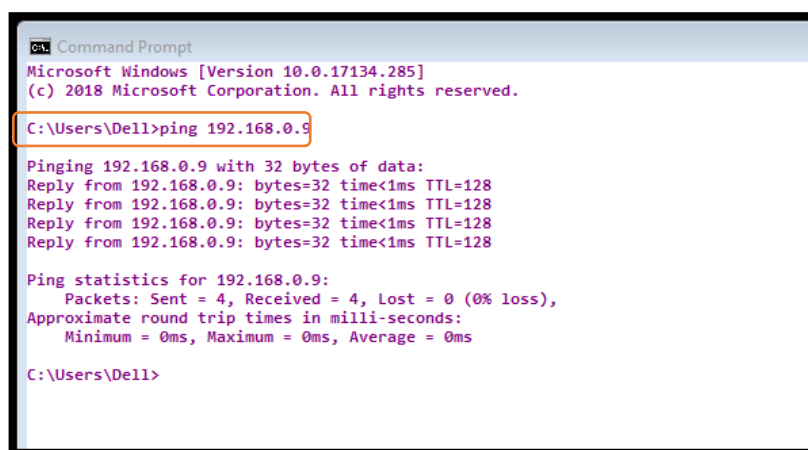


Figura 14. Verificación del comando Ping

Fuente: (Autor)

- 14) Si no se obtiene respuesta verificar los pasos anteriores, que no se repita la dirección IP, la parte del cableado hacia el conmutador (switch) este correcto. Una vez que están comunicados con el IED, se realiza la configuración del IED en la parte de configuración, esto se realiza con el software QUICKSET.

2.3 CONTROLADOR DE AUTOMATIZACIÓN EN TIEMPO REAL (RTAC)

Controlador de Automatización en tiempo real (RTAC) es un equipo adecuado para el uso en subestaciones de energía eléctrica o en sistemas industriales de control y automatización, este controlador proporciona un control completo y flexible del sistema de seguridad, configuración continua, lógica unificada confiabilidad integradas.

Es un punto de acceso seguro para una subestación o planta utilizando la autenticación central del Protocolo ligero de acceso a directorios y la autenticación de usuarios basada en roles. Registros de acceso y acceso de ingeniería segura. Asigne etiquetas de seguridad a los informes SCADA para la integración de las tecnologías de seguridad líder en la industria.

La configuración sencilla y sin fisuras y el diseño rápidamente un sistema de una subestación integrado que incluye conversión de protocolo, comunicaciones SCADA, sincronización de tiempo, gestión de datos, pantallas HMI flexibles basadas en web y lógica personalizada, como se muestra en la figura 15.



Figura 15. Controlador de Automatización en tiempo real (RTAC)

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories, 2017)

A continuación, se presenta las características que posee el concentrador de datos (RTAC).

- Integración IEC 61850 disponible para todo IEDs en esquemas de control y automatización.
- Comunicación con cualquier dispositivo a través de protocolos de cliente y servidor integrados. A través de los protocolos IEC 60870, 101/104 etc.
- Detecta, Filtra, Recolecta de forma automática datos de eventos de los relés SEL conectados a través del RTAC con el Software AcSELerator RTAC.

2.3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tabla 2: Especificaciones Técnicas de SEL RTAC

Descripción	Características
Número de Parte	3530-4
Fuente de Alimentación	125-250VDC o 110-240VAC
Protocolo de Cliente	SEL, DNP3, Modbus, IEC61850
Puertos de Servidor	SEL, DNP3, Modbus, LG8979, IEC 60870-5-101/104
Opciones de Puerto Serial	EIA-232/ EIA-485
Procesamiento y Memoria	512MB Y 4GB
Temperatura de Operación	(-40ª a +85ª C)

Fuente: (Autor)

2.3.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN RTAC

Para la configuración del Controlador de Automatización en tiempo real (RTAC) se requiere el software ACSELERATOR RTAC (SEL-5032) proporcionado por el fabricante del equipo, de esta manera se obtiene un correcto desempeño al poseer las características acordes para efectuar los trabajos.

RTAC (Controlador de Automatización en el tiempo Real) es un software para configurar los estados, comandos, protecciones, con un sistema de seguridad, además de la configuración continua y confiabilidad integradas.

La RTAC es el equipo principal dentro de un módulo de comunicaciones, el contiene la configuración completa de todos los equipos primarios de una subestación eléctrica.

La comunicación con el RTAC, es a través de un cable USB, que viene incluido cuando se adquiere el equipo, y con un computador se puede acceder a la configuración base del equipo para implementar nuevos cambios que permitan el correcto funcionamiento del sistema Scada como se muestra en la figura 16.

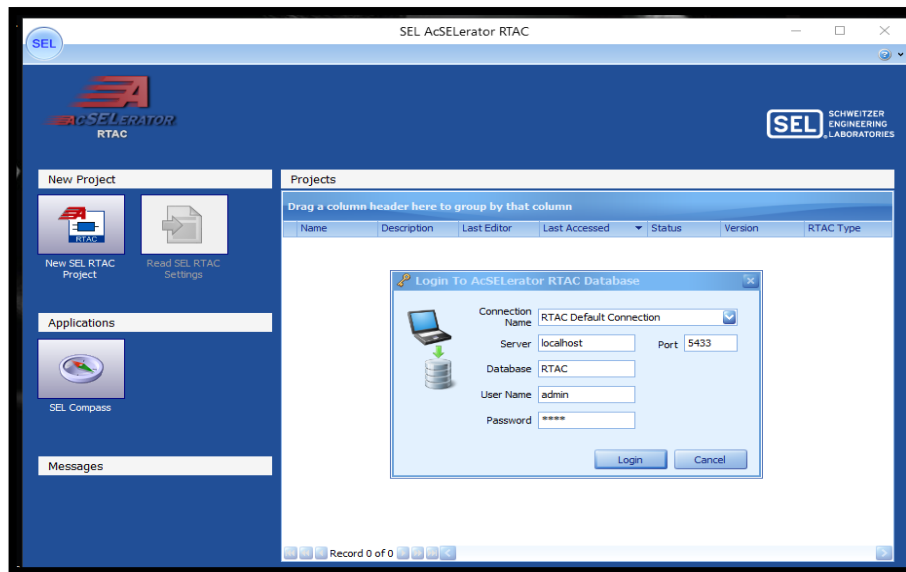


Figura 16. Ventana Principal Software RTAC

Fuente: (Autor)

2.3.3 COMUNICACIÓN ENTRE LA PC Y LA RTAC.

Para la configuración por primera vez el Controlador de automatización en tiempo real (RTAC) se necesita un cable USB que está incluido en el equipo. A continuación, se detalla los pasos para configuración de la dirección IP de la RTAC.

- 1) Conectar el cable USB en el puerto Frontal de la RTAC con la Pc, como se muestra en la figura 17.

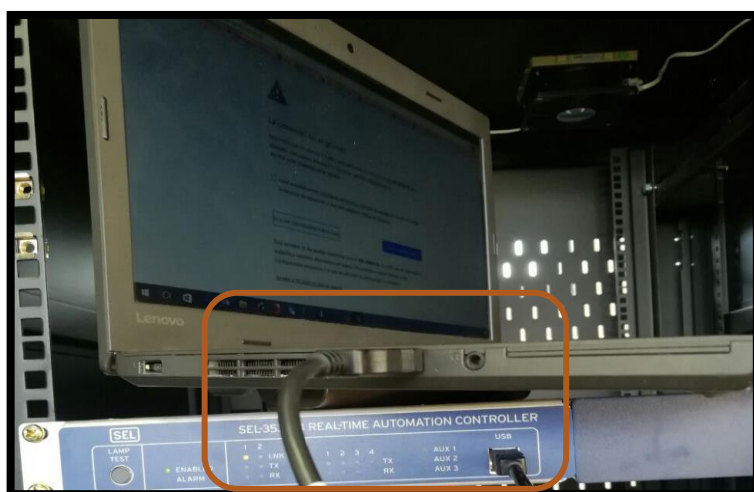


Figura 17. Conexión de la RTAC con la PC

Fuente: (Autor)

- 2) Ingresar a Redes e Internet, Conexiones de Internet, dentro de las redes que se encuentran, luego elegir la opción ETHERNET SEL USB como se muestra en la figura 18.

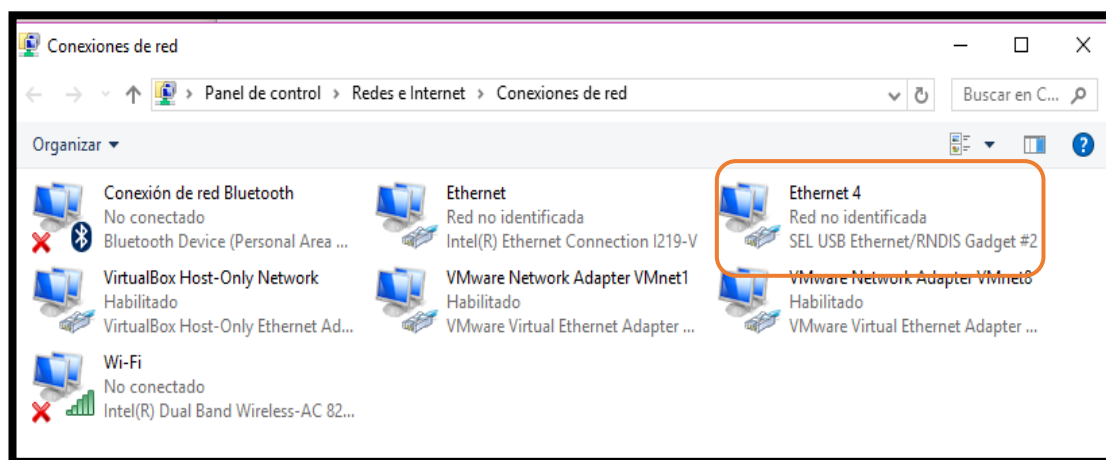


Figura 18. Conexión de la RTAC con la PC

Fuente: (Autor)

- 3) Dar clic derecho en la Opción y seleccionar **Estado de la Red**, se abre una ventana con los detalles de la red detectada como se muestra en la figura 19. La dirección es 172.29.131.1. para ingresar vía interfaz WEB de la RTAC.

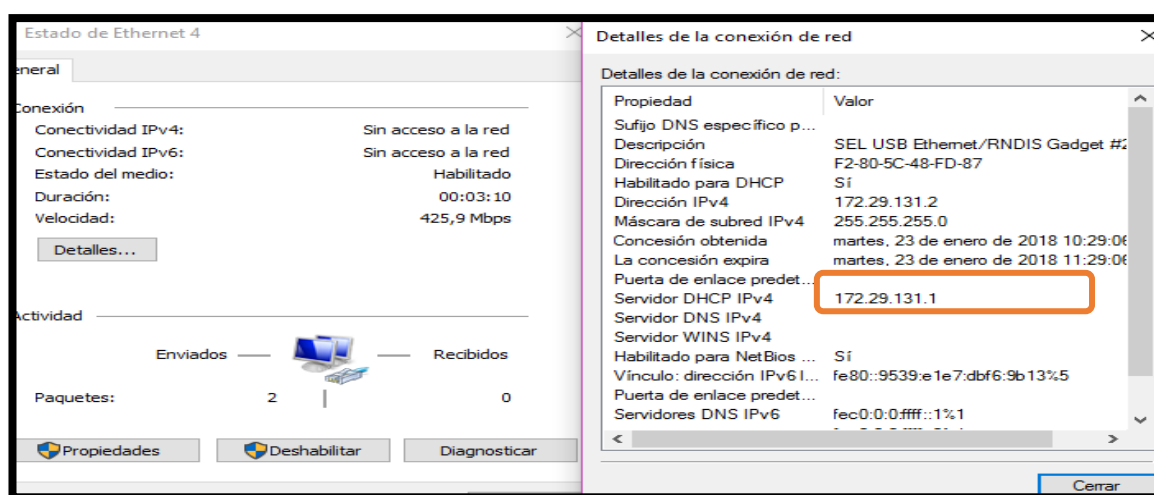


Figura 19. Ventana detalles de la Red

Fuente: (Autor)

- 4) Abrir cualquier Navegador Web e ingresar la **dirección IP 172.29.131.1**.
- 5) Se abre la siguiente ventana, como se muestra en la figura 20, el RTAC solicita un nombre y usuario también una contraseña. El nombre de usuario lo define el administrador en el cuadro que se muestra a continuación. La contraseña tiene que ser una compleja puede tener entre 8 a 72 caracteres número, letra minúscula, letra mayúscula y carácter especial.
- 6) El RTAC solicita que se ingrese dos veces la contraseña para asegurar que ambas coincidan, una vez que se cree, se inicia sesión con el nuevo usuario y contraseña.

Figura 20. Ventana de Inicio vía Interfaz Web RTAC

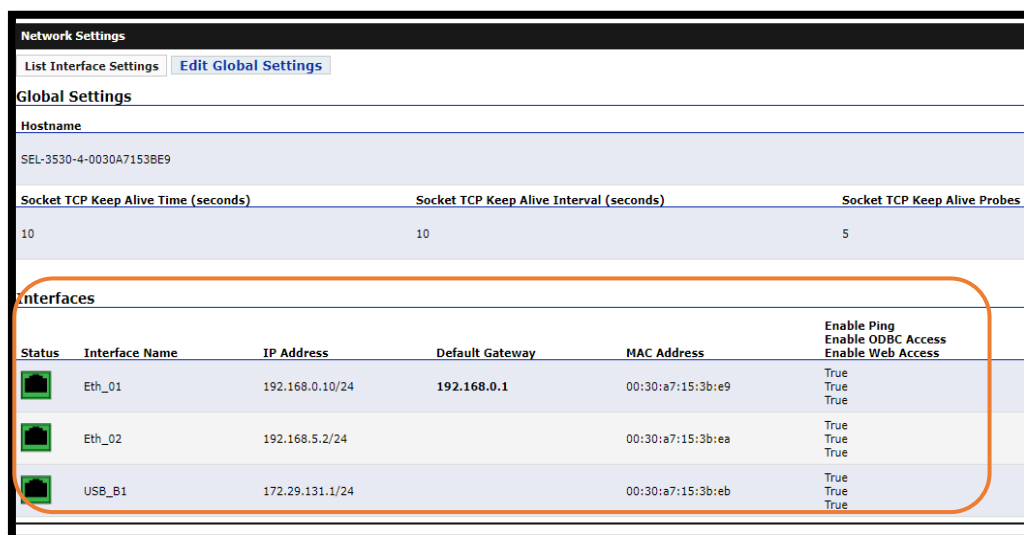
Fuente: (Autor)

- 7) Al iniciar sesión se abre la siguiente ventana, se muestra la pantalla general de toda la RTAC, del lado izquierdo se encuentran los parámetros que posee la RTAC, en ventana principal como se muestra en la figura 21, se configura los datos de la RTAC, como nombre, lugar, eventos, etc.

Figura 21. Ventana Principal interfaz web SEL RTAC

Fuente: (Autor)

- 8) Para configurar la dirección IP, seleccionar la opción **Network-Interface**, se observa los tres puertos que posee la RTAC. En cada interfaz se deberá utilizar una subred diferente para no generar conflictos en la red. El puerto de USB es la dirección IP que se utiliza cuando se conecta por este medio. En este caso vamos a configurar en el puerto **Eth_01**, como se muestra en la figura 22.



Network Settings

List Interface Settings | Edit Global Settings

Global Settings

Hostname
SEL-3530-4-0030A7153BE9

Socket TCP Keep Alive Time (seconds)	Socket TCP Keep Alive Interval (seconds)	Socket TCP Keep Alive Probes
10	10	5

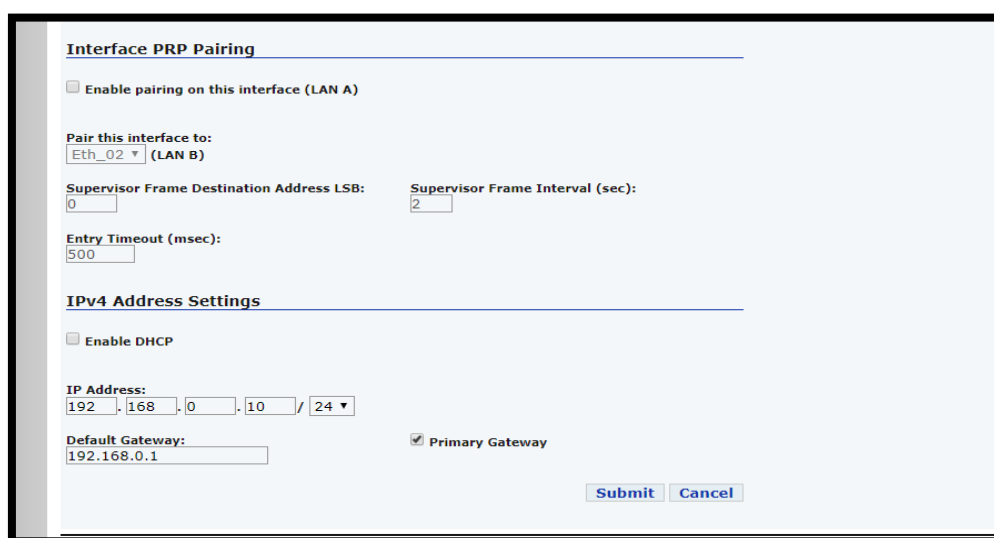
Interfaces

Status	Interface Name	IP Address	Default Gateway	MAC Address	Enable Ping Enable ODBC Access Enable Web Access
	Eth_01	192.168.0.10/24	192.168.0.1	00:30:a7:15:3b:e9	True True True
	Eth_02	192.168.5.2/24		00:30:a7:15:3b:ea	True True True
	USB_B1	172.29.131.1/24		00:30:a7:15:3b:eb	True True True

Figura 22. Ventana Configuración de Puerto de Red.

Fuente: (Autor)

- 9) Dar clic en **Edit**, se abre la siguiente ventana que se muestra a continuación en la figura 23, ahí modificamos la dirección IP, mascara y Gateway.



Interface PRP Pairing

☐ Enable pairing on this interface (LAN A)

Pair this interface to:
Eth_02 (LAN B)

Supervisor Frame Destination Address LSB: 0 Supervisor Frame Interval (sec): 2

Entry Timeout (msec): 500

IPv4 Address Settings

☐ Enable DHCP

IP Address: 192.168.0.10 / 24

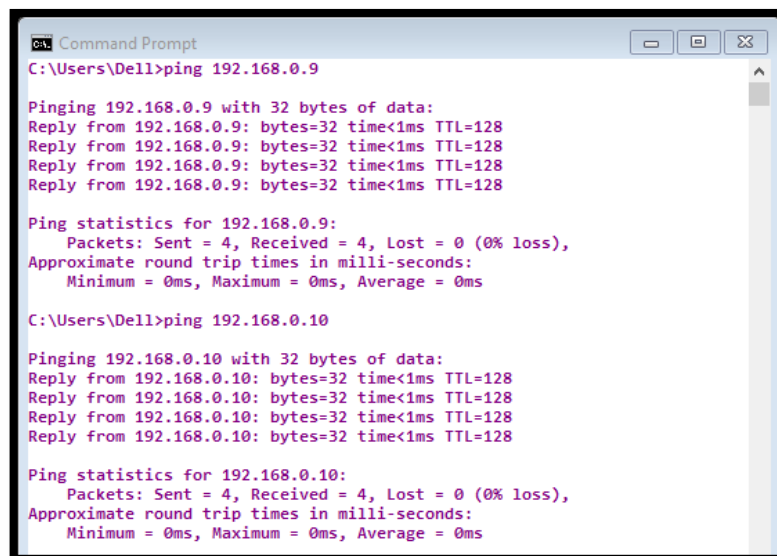
Default Gateway: 192.168.0.1 ☒ Primary Gateway

Submit Cancel

Figura 23. Ventana de Configuración de la RTAC

Fuente: (Autor)

10) Para revisar que se haya realizado correctamente el cambio en el RTAC, se realiza un ping a la dirección IP de la RTAC y obtenemos respuesta, la RTAC se encuentra dentro de la misma red como se muestra en la figura 24.



```

C:\Users\Dell>ping 192.168.0.9

Pinging 192.168.0.9 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.9: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.9: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.9: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.9: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.9:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\Dell>ping 192.168.0.10

Pinging 192.168.0.10 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.10: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

```

Figura 24. Ventana CMD con el comando PING

Fuente: (Autor)

2.4 SOFTWARE ACSELERATOR ARCHITEC

Las redes de comunicaciones de la subestación que utilizan los protocolos IEC 61850 MMS y GOOSE, requieren un método para configurar la mensajería entre IEDs, y nodos lógicos para el mapeo de señales hacia el software ACSELERATOR RTAC. El software SEL-5032 es una aplicación de SEL la cual se puede manejar con Microsoft Windows, mismo que agiliza la configuración y la documentación del control IEC 61850 y las comunicaciones SCADA.

Este Software posee las siguientes funciones:

- Configura los IEDs SEL del proyecto en la subestación eléctrica.
- Crea y edita los Data Sets.
- Crea los paquetes de mensajería Goose.
- Crea ficheros CID.
- Lee todo archivo de configuración (SCD, ICD, CID).
- Utiliza el protocolo IEC 61850 el cuál es usado por los equipos pertenecientes al fabricante.

El software AcSELerator Architect SEL-5032 se puede aplicar a todos los relés de protección, módulos y procesadores lógicos SEL que posean compatibilidad con la norma IEC 61850, como se muestra en la figura 25.

La comunicación del equipo IED con este Software se realiza vía Ethernet, con un Patch cord de cobre (cable de conexión) en el caso que el equipo tenga puerto Ethernet, algunos de los relés vienen con puertos de fibra, en cuyo caso es necesario un conmutador (switch) para establecer la comunicación.



Figura 25. Ventana Principal Software Architec

Fuente: (Autor)

2.4.1 ARCHIVOS CONFIGURED IED DESCRIPTION (CID)

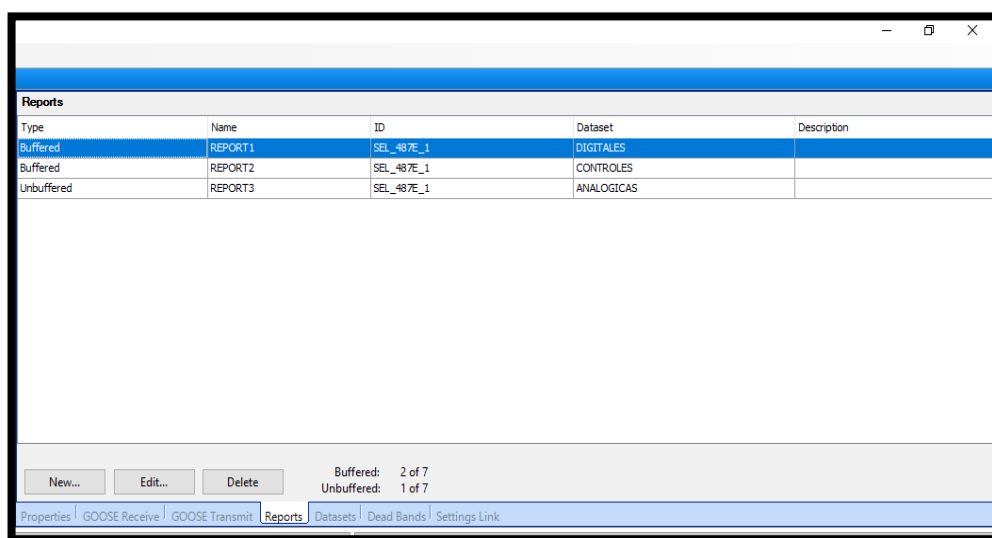
Los archivos CID contienen la configuración de cada equipo y todos los datos necesarios para describir la interacción con el resto de equipos del sistema.

Esto significa que un archivo CID debe contener las siguientes informaciones:

- Descripción de la topología
- Configuración de los IEDS, en términos de los nodos lógicos
- Relación entre las funciones de los IEDS
- Descripción de la red de comunicaciones. (GROUP, Colombia)

2.4.2 REPORTE Y BASE DE DATOS DEL SOFTWARE ARCHITEC

Los reportes se muestran en la siguiente ventana como se muestra en la figura 26, aquí se guardan los datasets (base de datos). Estos a su vez están vinculados a los reportes enviados al cliente MMS. Esta tabla ayuda a tener un orden de todos los datasets que se tiene en el proyecto.



Type	Name	ID	Dataset	Description
Buffered	REPORT1	SEL_487E_1	DIGITALES	
Buffered	REPORT2	SEL_487E_1	CONTROLES	
Unbuffered	REPORT3	SEL_487E_1	ANALOGICAS	

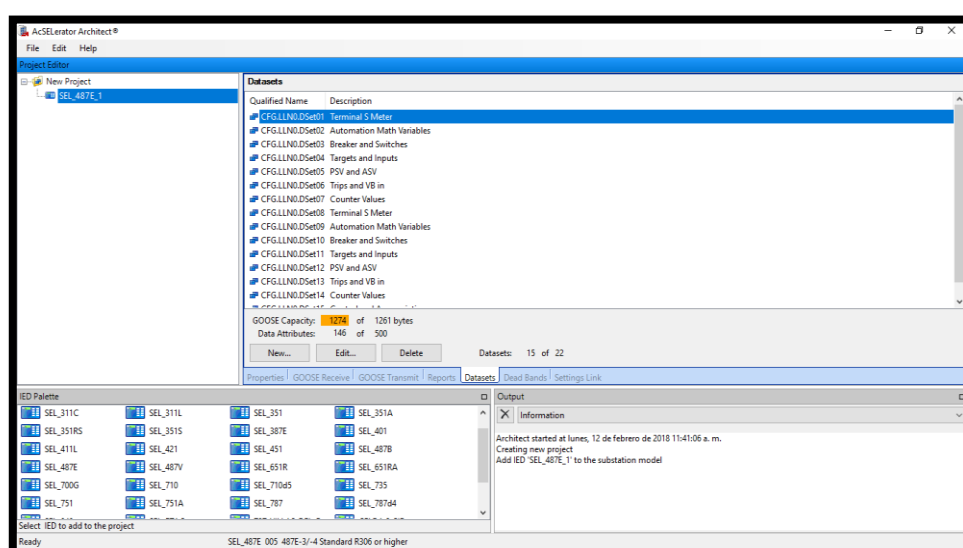
New... Edit... Delete Buffered: 2 of 7 Unbuffered: 1 of 7

Properties | GOOSE Receive | GOOSE Transmit | Reports | Datasets | Dead Bands | Settings Link

Figura 26. Ventana Reportes en el Software Architec

Fuente: (Autor)

Se crean los reportes y data sets para cada IED que se agregue en el proyecto. Dentro de los datasets se encuentran los nodos lógicos, que están disponibles en cada IED para la comunicación. Los datasets están dentro del Architec se muestran en la figura 27.



Qualified Name	Description
CFGLLN.DSet01	Terminal S Meter
CFGLLN.DSet02	Automation Math Variables
CFGLLN.DSet03	Breaker and Switches
CFGLLN.DSet04	Targets and Inputs
CFGLLN.DSet05	PSV and ASV
CFGLLN.DSet06	Trips and VB in
CFGLLN.DSet07	Counter Values
CFGLLN.DSet08	Terminal S Meter
CFGLLN.DSet09	Automation Math Variables
CFGLLN.DSet10	Breaker and Switches
CFGLLN.DSet11	Targets and Inputs
CFGLLN.DSet12	PSV and ASV
CFGLLN.DSet13	Trips and VB in
CFGLLN.DSet14	Counter Values

New... Edit... Delete GOOSE Capacity: 1274 of 1261 bytes Data Attributes: 146 of 500 Datasets: 15 of 22

Properties | GOOSE Receive | GOOSE Transmit | Reports | Datasets | Dead Bands | Settings Link

Figura 27. Ventana Data sets en el Software Architec

Fuente: (Autor)

2.4.3 TIPOS DE BASE DE DATOS (DATASETS)

- **Buffered:** dentro de estos se puede configurar las entradas digitales, los comandos y protecciones. Tiene una memoria interna esto ayuda cuando se pierde la comunicación con el IED, se guarda los eventos en esa memoria, y cuando se repone la comunicación envió dichos eventos desde la memoria que se encuentra almacenada.
- **UnBuffered:** en los dataset se configuran los valores analógicos, leds y otras señales, la información que pierde cuando hay un error en la comunicación y una vez que se restablece, no se obtienen los datos de los sucesos en ese tiempo, porque no se guardan los eventos, como se muestra en la figura 28.

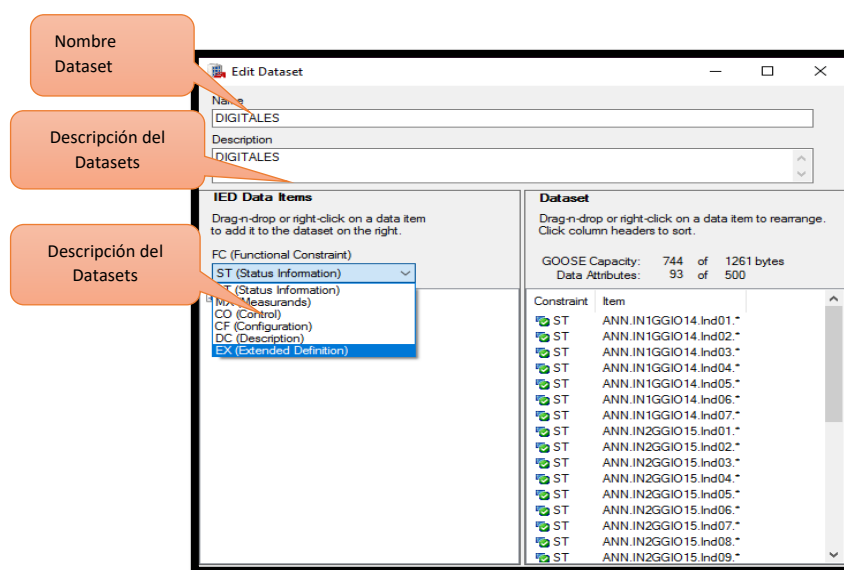


Figura 28. Ventana Partes Data sets en el Architec

Fuente: (Autor)

2.5 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN IEC61850

El principal objetivo de IEC 61850 es la comunicación e interoperabilidad, que forman los sistemas de automatización de las subestaciones eléctricas, es decir los datos fluyen entre las funciones de estos equipos. (Jose Bernal, 2017)

Proporciona funciones adicionales a las que proveen los protocolos descritos anteriormente, tales como: lenguaje de configuración de S/E y una interfaz digital con los instrumentos de transformación no convencionales para medida que son los TC y TP. (Schweitzer, 2006)

IEC 61850 permite:

- Protección, control, supervisión, monitoreo a niveles de estación, bahía, y proceso a través de entradas y salidas digitales o analógicas de datos y comandos
- Intercambio de datos de alta velocidad mediante enlaces de Ethernet que operan a 10 o 100 Mbit/s
- Reduce costos de interconexión
- Un solo protocolo es todo lo que se necesita en toda la subestación, así se evitan costosas puertas de enlace más conocido como gateway y enlaces improvisados.
- Es interoperable, todos los proveedores, instaladores y usuarios tienen acceso al mismo lenguaje y características físicas comunes de este protocolo, es decir, que los equipos de distintos fabricantes se pueden integrar y realizar la puesta en servicio, y no ser dependientes a usar el protocolo de un solo proveedor.
- Los mensajes y comandos de control están intercalados en una sola red
- Se pueden integrar múltiples estaciones maestras “clientes” permitiendo que todos los operadores autorizados puedan interrogar y controlar los IED de la subestación.
- Proporciona una gran flexibilidad, dando soporte a cualquier arquitectura física o funcional, así como a futuras ampliaciones
- Constituye una inversión rentable: Los sistemas de automatización de subestaciones se podrán beneficiar por la facilidad para extender el sistema y la funcionalidad garantizando un fácil mantenimiento y la interoperabilidad a lo largo del tiempo. (Navarro, 2009)

Un nodo lógico (LN) es una colección de datos, dentro de los datasets, describe atributos, objetos de control, control de objetos y una lista de valores muestreados que definen los límites de entidad, su estado y el comportamiento.

La identificación y descripción de cada dato es estándar dentro de un IED. De esta manera, los datos son definidos por nombre y la función a través de todos los IEDS.

Las clases de nodo lógico, las clases de datos, y su relación en el contexto de subestaciones y equipos alimentador se definen y utilizan para construir los nombres jerárquicos y grupos que hacen referencia a los objetos en los IED'S. (Dolezilek, 2005)

Dentro de la norma IEC 61850, la interfaz de servicio de comunicaciones abstractas (ACSI) fue creada para estandarizar el acceso a los datos instrumentados y calculados almacenados en los agrupamientos lógicos LN. (Dolezilek, 2005)

Los LN fueron diseñadas para representar el monitoreo y control de los equipos de una subestación eléctrica. El estándar de la norma IEC 61850 nos indica que se puede realizar la interoperabilidad entre varios IEDs de distintos fabricantes, para la protección de cada y control de la aplicación y se aseguró de que las soluciones de múltiples proveedores eran posibles. (Jose Bernal, 2017)

El estándar define un total de 92 Nodos Lógicos dividido en 6 grupos principales:

- Nodos lógicos para las funciones de protección.
- Nodos lógicos para el control.
- Equipos físicos.
- Seguridad del sistema y de los equipos.
- Nodos lógicos relacionados con los equipos primarios.
- Nodos lógicos relacionados con los servicios del sistema.

Tabla 2: Tabla Grupo de Nodos Lógicos y sus funciones

INDICADOR	GRUPO DE NODOS LÓGICOS	FUNCIÓN	CANTIDAD
L	Nodos Lógicos del sistema		3
P	Funciones de Protecciones	PTOC, PIOC, PDIS, PDIF, ETC.	28
R	Funciones relacionadas con Protecciones	RREC, RSYN, etc.	10
C	Control Supervisado	CSWI, CILO, CALH, CPOW	5
G	Funciones Genéricas	GGIO, GAPC, GSAL	3
I	Interface y Archivo	IHMI, ITCI, IARC, ITMI	4
A	Control Automático	ATCC, ANCR, ARCO, AVCO	4

M	Medidores y Medidas	MMXU, MMTR, MHAI, MSQI	8
S	Sensor y Monitorización	SIMG, SARC, SPDC	4
X	Equipos de Conmutación	XCBR, XSWI	2
T	Transformadores de instrumentación	TCTR, TVTR	2
Y	Transformadores de Potencia	YPTR, YLTC, YEFN, YPSH	4
Z	Equipo Adicional	ZBAT, ZGEN, ZMOT, etc.	15

Fuente: (Autor)

En el software Architec, los nodos lógicos se encuentran dentro de los datasets, como se observa en la figura 29.

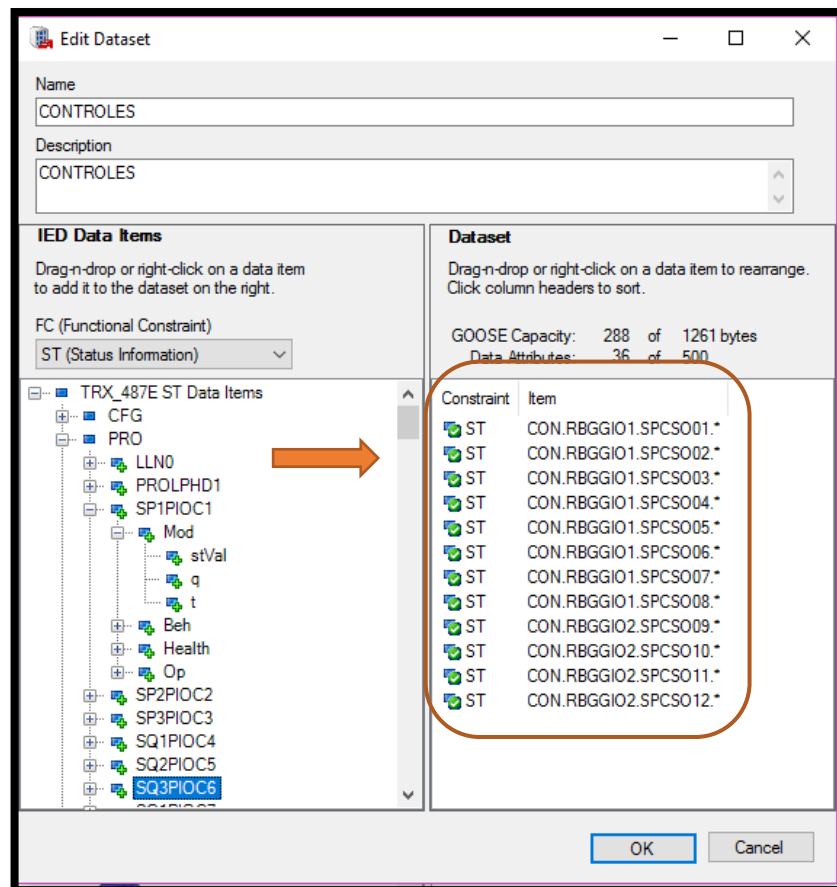


Figura 29. Ventana de Nodos Lógicos en el Software Architec

Fuente: (Autor)

2.6 RELOJ SINCRONIZADO

La función de los relojes sincronizados por satélite ha crecido a partir de la secuencia básica del evento y el tiempo del registrador de fallas haciendo referencia a roles de misión crítica como la medición y el análisis detallado de eventos. Las nuevas aplicaciones requieren que los relojes satelitales cumplan con los mismos estándares ambientales y proporcionen un alto nivel de confiabilidad hacia los dispositivos relés de protección y otros dispositivos de alta fiabilidad con los que se trabajan estos relojes.

El reloj sincronizado por satélite de marca SEL en el modelo 2404 de montaje en rack muestra el tiempo sincronizado por satélite en una pantalla grande y es fácil de ver y es ideal para subestaciones, instalaciones industriales y centros de control, como se muestra en la figura 30. (Schweitzer Engineering Laboratories , 2017)

El SEL-2404 proporciona las siguientes características:

- Confiabilidad. Aplicar en ambientes hostiles. Cumple con el relé de protección IEEE C37.90 y IEC 60255 aumento y estándares ambientales.
- Flexibilidad. Muestra hora y fecha. La hora se muestra en modos de formato de 12 o 24 horas.
- Visibilidad. Brillante, fácil de leer, dígitos de 3 pulgadas (76 mm) que muestran la hora o la fecha.



Figura 30. SEL-2404

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories , 2017)

2.7 CONMUTADOR (SWITCH)

El conmutador Ethernet de la marca Signamax posee 24 puertos de fibra, como se muestra en la figura 31 proporciona un rendimiento sin bloqueo para 24 puertos 100Base SFP, más 4 conexiones Gigabit Ethernet. Esta opción es un conmutador de extensión de borde flexible y confiable, capaz de expandirse a un par trenzado para redes grandes que incorpora capacidades modernas de VLAN, junto con la administración completa de SNMP a un costo sorprendentemente bajo. Los cuatro puertos Dual Media Gigabit Ethernet son capaces de usar módulos SFP auto detectado para la interconexión de conmutadores de fibra óptica a distancias extendidas. (SIGNAMAX, s.f.)

También se incluye la comunicación con sistemas de administración de red como HP OpenView a través de SNMP para visualización de estado en toda la empresa, monitoreo estadístico y control de interruptores. Las funciones mejoradas de enrutamiento de Layer 3 y el tipo de soporte de IP hacen que el conmutador Managed de 24 puertos sea una base excelente para establecer o agregar una red Enterprise donde la potencia redundante es un requisito, como se muestra en la figura 31. (SIGNAMAX, s.f.)



Figura 31. Conmutador

Fuente: (SIGNAMAX, s.f.)

2.8 CONFIGURACIÓN DE NÚMERO DE IEDS

Al momento de generar un número de parte, es necesario saber las especificaciones técnicas, ejemplo el nivel de tensión de alimentación, nivel de tensión de las entradas digitales, puertos de comunicación, y protocolos compatibles, etc.

En el IED, el número de parte se encuentra en la parte posterior. El mismo se requiere para poder configurar el IED. El número de parte del relé a utilizar en este proyecto es 0487E3X611XXC2X43624XXX como se muestra en la figura 32.



Figura 32. Número de parte del Relé 487E

Fuente: (Autor)

2.9 CABLES DE CONEXIÓN

Se denomina cables de conexión o Patch cords a un sistema de cableado estructurado, ideal para ser usado para tráfico de voz, datos e imágenes. Es utilizado en puntos de acceso en el área de trabajo para interconexión del equipo del usuario con los conectores de red, tal como se observa en la figura 33.



Figura 33. Cable de Conexión de Cobre

Fuente: (Autor)

Aplicaciones

- Alto Rendimiento Clústeres de computación.
- Las supercomputadoras.
- Los servidores de gama alta.
- Almacenamiento masivo.
- Metro conmutador de red / cross conectar.
- Alta categoría de clase portadora routers.
- DDR InfiniBand.
- Otro 2.5-5.0 Gb / s Aplicaciones (por ejemplo, 10 Gb.

El cable de conexión de fibra al igual que el de cobre permite la comunicación entre el IED y el conmutador se tiene un ejemplo como se muestra en la figura 34).



Figura 34. Patch Cord de Fibra LC/LC)

Fuente: (Autor)

2.10 INTERRUPTORES

Los interruptores como se observa en la figura 35, son elementos cuyo propósito es interrumpir el flujo de corriente de circuitos bajo condiciones de corriente nominal, vacío o cortocircuito, tanto en condicionales normales (mantenimiento) como anormales (fallas) de operación de un circuito eléctrico. (Enríquez Harper)



Figura 35. Interruptor Eaton

Fuente: (Autor)

2.11 RELES AUXILIARES BIOESTABLES

Los relés Bioestable poseen tres contactos inversores, montados sobre cajas o enchufado en los distintos tipos de bases, como se visualiza en la figura 36.

Estos equipos están en el tablero de control, se encargan de simular los equipos primarios de una subestación eléctrica, para ello cuenta con dos bobinas que actúan con una salida del relé de protección 487-E, por medio de estos actúan las bobinas tanto de apertura como de cierre.



Figura 36. Relé Bioestable Arteché

Fuente: (Autor)

2.12 SELECTORES

Son equipos de comando manual o local como se observa la figura 37, que permiten seleccionar o controlar una parte del circuito, los contactos tanto N.O. van al extremo, a su vez el contacto lateral se cierra y el central que es N.C. se abre.



Figura 37. Selector de Tres Posiciones

(Fuente: (Autor))

2.13 LUCES PILOTO

Las luces piloto como el de la figura 38, es un elemento óptico que le indica al operador usuario la presencia de tensión en el tablero o la operación que se realiza dentro del mismo, 125VDC es el nivel de voltaje del tablero de control.



Figura 38. Luces Pilotos

Fuente: (Autor)

2.14 BORNERAS ABB

Para la construcción del tablero se va a utilizar borneras ABB de 6mm, indicado en la figura 39, para conductor calibre 14 o 12, las que son de fácil manipulación, sin posibilidad de errores, en una bornera pueden ingresar hasta 4 hilos de conductor dos por cada lado, cada uno debidamente con su terminal y su etiquetado.

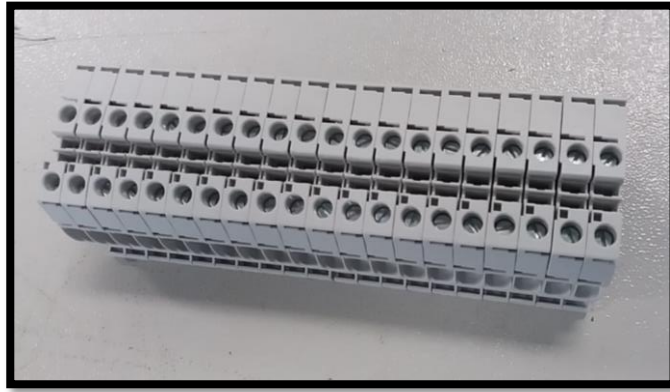


Figura 39. Borneras ABB

Fuente: (Autor)

2.15 BORNERAS CORTO-CIRCUITABLE

Borneras que se utilizan generalmente por manejo seguro de señales de corriente que provienen de los transformadores de corriente de 0 a 10Amp, evitando un circuito abierto en los mismos, tal como observamos en la figura 40.



Figura 40. Bornera Corto-circuitable

Fuente: (Autor)

2.16 ARQUITECTURA SCADA

Dentro de la Arquitectura se encuentra un Concentrador de Datos (RTAC) el cual se integra por medio del protocolo IEC61850 sobre TC/IP al IED 487E, relé protección de transformador, el cual contiene módulos de entradas y salidas digitales, las cuales poseen las señales que se encuentran en una subestación eléctrica.

Se configurará la RTAC para que funcione como Servidor con el Protocolo 104 sobre TCP/IP. De esta manera todas las señales que serán concentradas del IED del campo, pueden ser llevadas a cualquier SCADA que este dentro de un centro de control, para ello se elabora un esquema de bloques en la figura 41 que resume lo indicado.

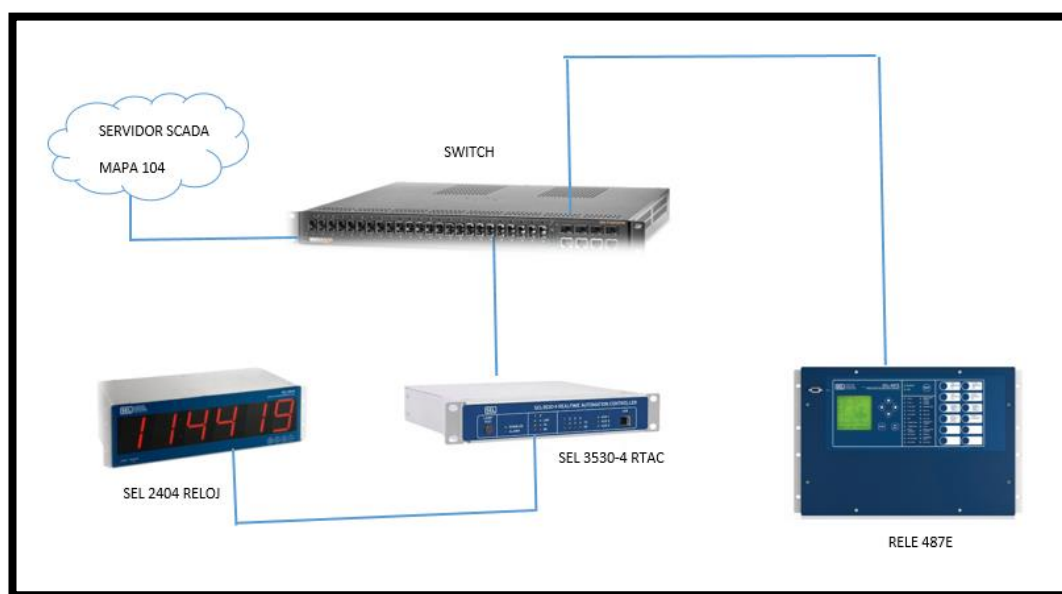


Figura 41. Arquitectura Scada

Fuente: (Autor)

2.17 MALETA DE INYECCIÓN CMC 356

Es un equipo que permite probar todos los relés, además se ser una herramienta de puesta en servicio, posee seis fuentes de corrientes (modo trifásico: hasta 64A /860 VA por canal) por medio de las cuales se puede realizar inyección secundaria de corriente y voltajes de esa manera se comprueba que el cableado este correctamente, y simular pruebas de protecciones. (Ver figura 42).



Figura 42. Maleta Omicron CMC 356

Fuente: (<https://www.omicronenergy.com/es/productos/cmc-356/>)

2.18 FUENTE 125VDC

El sistema de servicios auxiliares que se maneja en una subestación eléctrica es de 125Vdc, tensión de alimentación de todos los equipos de protección y control.

En una subestación eléctrica este nivel de tensión se obtiene de un banco de baterías y un cargador del mismo, en este caso al no poseer esos elementos tenemos una fuente que realiza la misma función, es decir generar 125Vdc (ver figura 43).

El tablero de comunicaciones incluye un cargador / rectificador, que es un equipo para alimentar a circuitos que necesiten 125Vdc.



Figura 43. Fuente Rectificadora 125Vdc

Fuente: (Autor)

2.19 SOFTWARE DIAGRAM BUILDER

Dentro de la familia de los dispositivos SEL RTAC, existe un sistema compatible para realizar una interfaz hombre-máquina (HMI), vía web browser que es adecuado para su uso en subestaciones y procesos pequeños.

El Software ACSELERATOR Diagram Builder SEL-5035 es una aplicación para Windows que permite la creación de proyectos de visualización de HMI para todos los RTAC en su sistema.

En las pantallas se diseñan eficientemente el resumen del proceso, que los operadores e ingenieros utilizan más que cualquier otro tipo de pantalla para recopilar rápidamente información sobre el estado de sus procesos, además de un buen manejo de alarmas que se observan en la interfaz con una calidad profesional.

A continuación, en la figura 44 se muestra el diagrama unifilar con el cual se va a trabajar en la simulación de una subestación eléctrica básica.

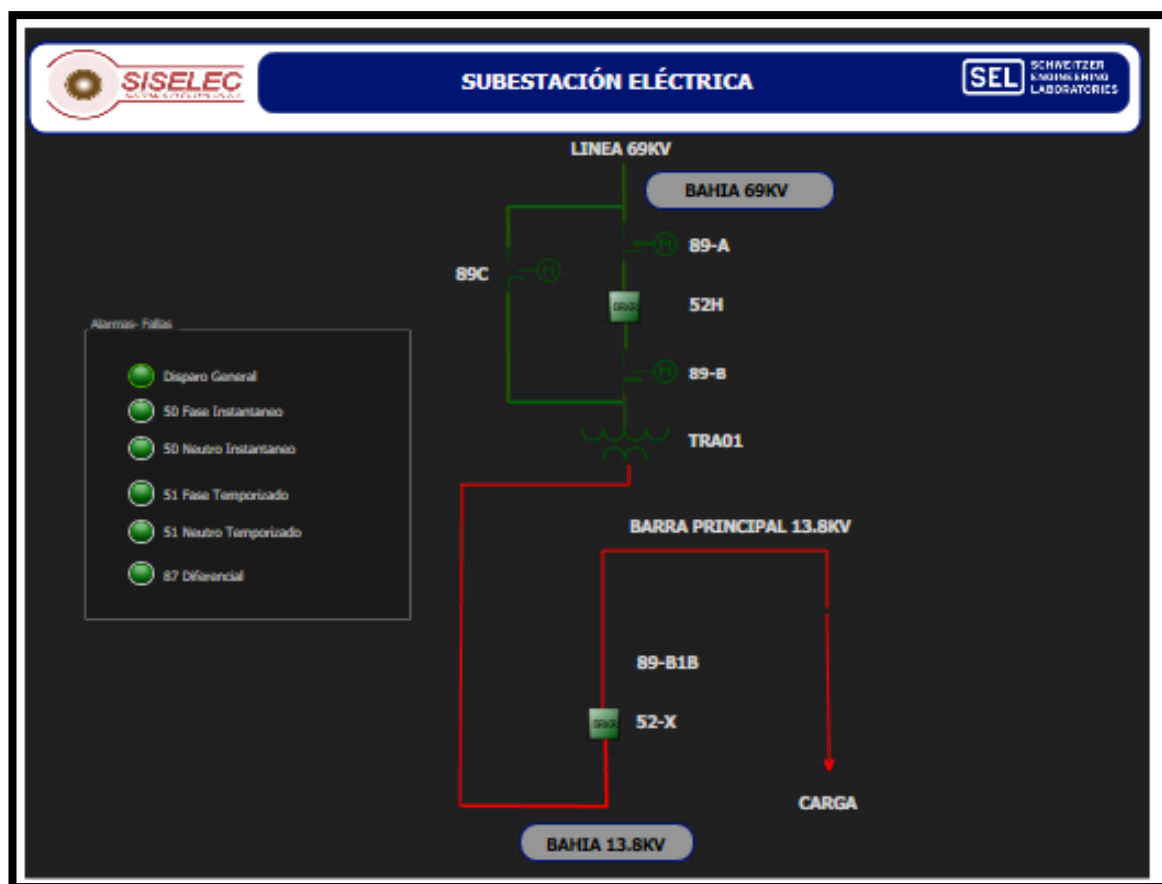


Figura 44. Pantalla HMI

Fuente: (Autor)

En la Figura 45 y 46 se observa las ventanas HMI, se encuentra la línea de 69KV y de 13.8KV donde se ubica los estados y controles de los equipos como seccionadores, interruptores y señales de corriente.

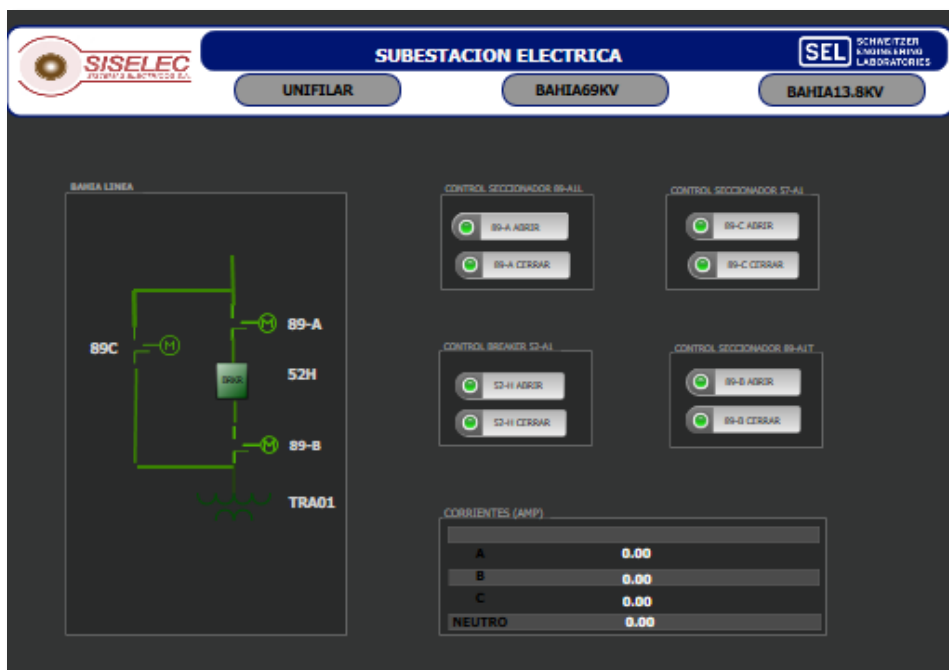


Figura 45. Ventana HMI Línea Entrada 69Kv

Fuente: (Autor)

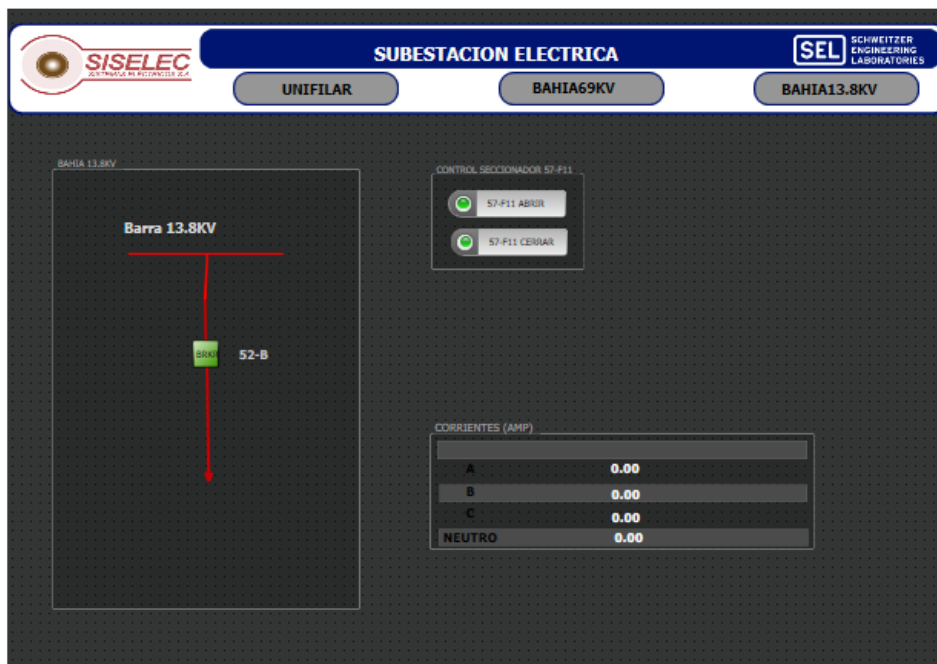


Figura 46. Ventana HMI Línea Entrada 69KV

Fuente: (Autor)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 CONSTRUCCIÓN DE LOS MÓDULOS DE PRUEBA

Para la implementación de los módulos didácticos de pruebas de la empresa SISELEC, es necesario establecer los siguientes puntos, el diseño físico de los módulos se los trabaja en el software diseño asistido por computadora AUTOCAD, en el cual se establece las dimensiones detalladas de cada equipo y con ello gestionar la ubicación de los mismos y posteriormente iniciar el montaje de los equipos complementado por el cableado de control eléctrico entre ellos, en base a un diseño previo de todo el sistema eléctrico del proyecto.

El diseño metal mecánico del tablero de Control, se realiza para colocar los elementos que van dentro del mismo, estos simulan, los componentes que posee una subestación eléctrica, además de un tablero tipo rack que se utiliza para ubicar los equipos de comunicaciones y cablear la alimentación de cada uno de ellos, y estos a su vez conforman todo un sistema Scada.

Para esta implementación se utiliza equipos de la marca SEL, como el relé de protección 487E, reloj 2414, RTU, además de una laptop o PC.

Los Tableros de comunicación y de control son las herramientas principales para realizar las prácticas planteadas, la comunicación se realiza mediante la conexión entre un cable de conexión (patch cord) y el conmutador (switch) a la computadora para elaborar la configuración de cada equipo del sistema, los Softwares a utilizar son ACSELERATOR.

3.2 DISEÑO DE LOS MÓDULOS DE PRUEBA

La estructura de los tableros didácticos del laboratorio de pruebas, están fabricada en plancha galvanizada y mantiene un diseño tipo armario, las dimensiones del primer módulo, tablero de protección con medidas de alto 160cm de alto x 0.80cm de ancho y de profundidad tiene 0.80cm, además de tener una puerta con acrílico en la puerta para la protección de los equipos del tablero. En la figura 47 se observa la vista frontal y la vista interna del TP01-Tablero de protección de transformador.

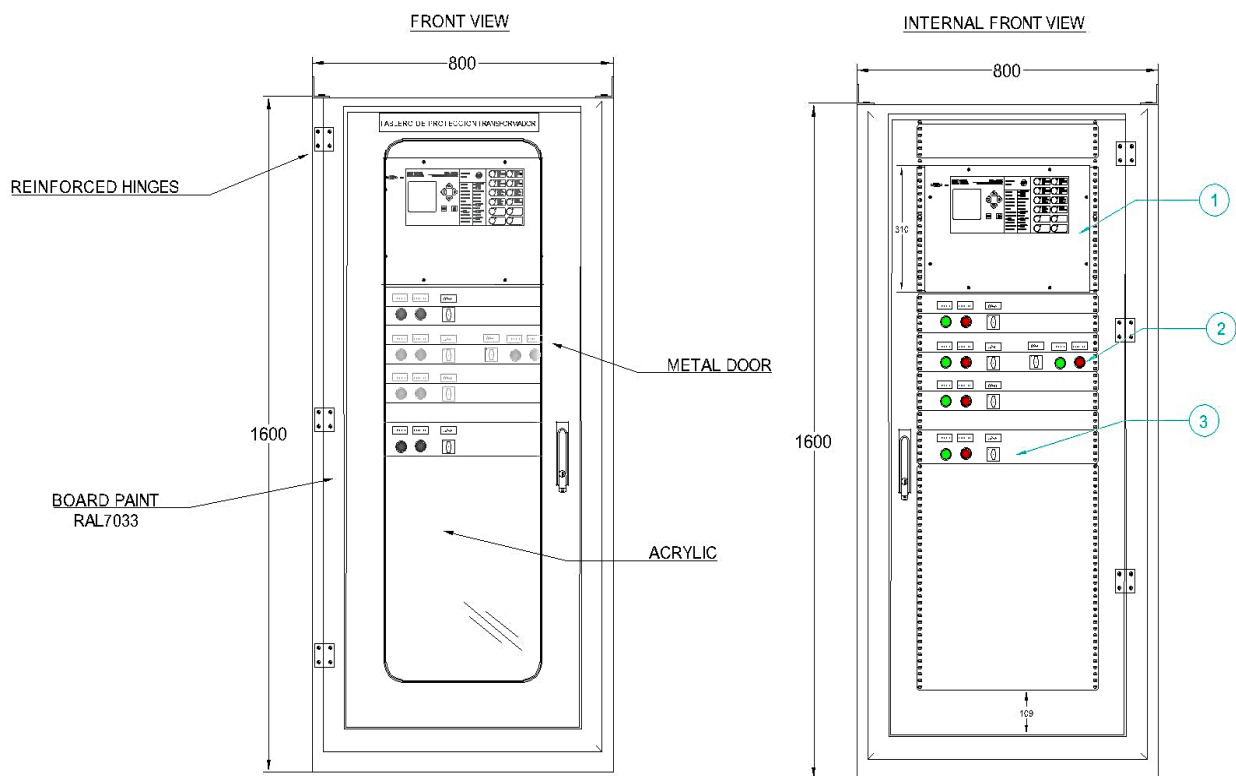


Figura 47. Módulos de Prueba de control

Fuente: (Autor)

A continuación, en la tabla 3 se presenta el listado de los equipos de la parte frontal del tablero, estos equipos son entregados por la empresa SISELEC S.A, además de la marca de los elementos.

Tabla 3.-Lista de Equipos en el Tablero de Transformador

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Nº PARTE Y FABRICANTE	PROVEEDOR
1	RELÉ DE PROTECCIÓN 487E	0487E3X611XXC2X43624XXX	SISELEC
2	LUZ PILOTO	CAMSO	SISELEC
3	SELECTOR	CAMSCO	SISELEC

Fuente: (Autor)

Las dimensiones del módulo de comunicaciones, con medidas de alto 200cm de alto x 0.80cm de ancho y de profundidad tiene 0.80cm, además de tener una puerta con un acrílico para la protección de los elementos del tablero. En la figura 48 se observa la vista frontal y la vista interna.

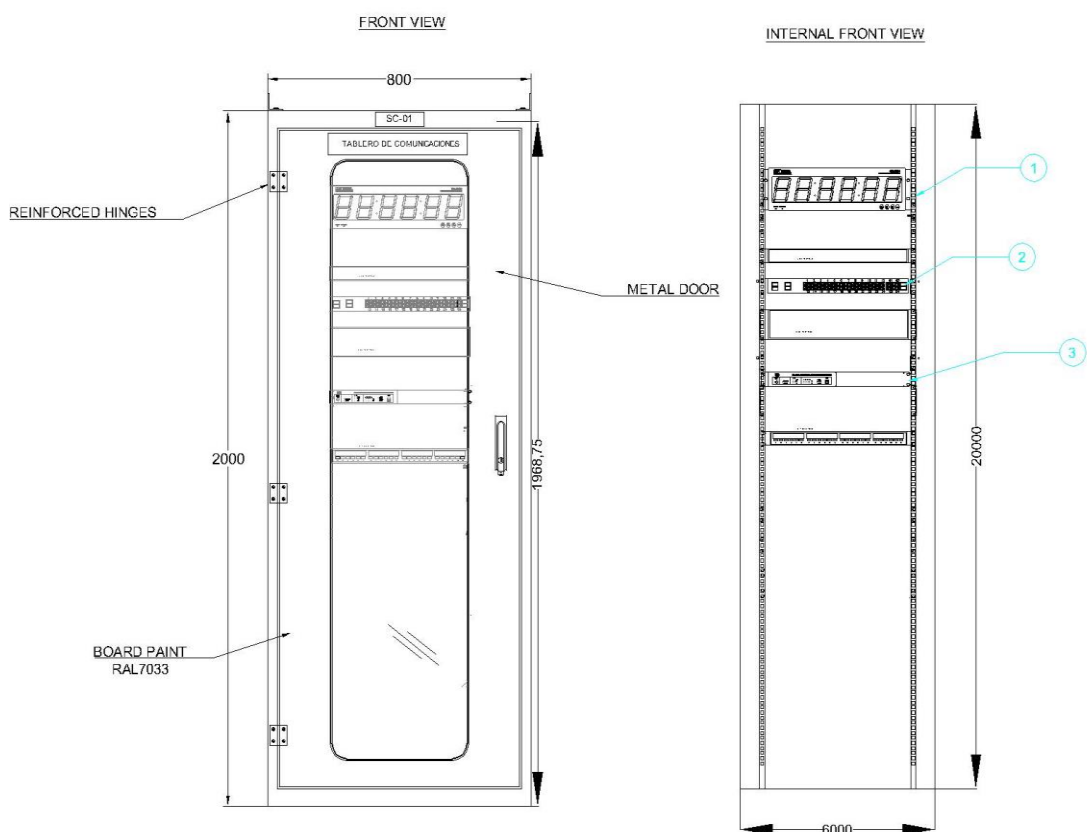


Figura 48. Módulo de Prueba de comunicaciones

Fuente: (Autor)

En la tabla 4 se presenta el listado de los equipos que van en la parte frontal del tablero.

Tabla 4.- Lista de Equipos en el Tablero de Comunicaciones

ITEM	DESCRIPCION	FABRICANTE	PROVEEDOR
1	RELOJ	SEL	SISELEC
2	SWITCH	SEL	SISELEC
3	RTAC	SEL	SISELEC

Fuente: (Autor)

3.3 DISEÑO FÍSICO INTERIOR Y DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS

A continuación se detalla un esquema de la distribución de los elementos en formato CAD, dentro de la lámina de los tableros como se observa en la figura 49 y en la figura 50 el detalle de las especificaciones de los mismos.

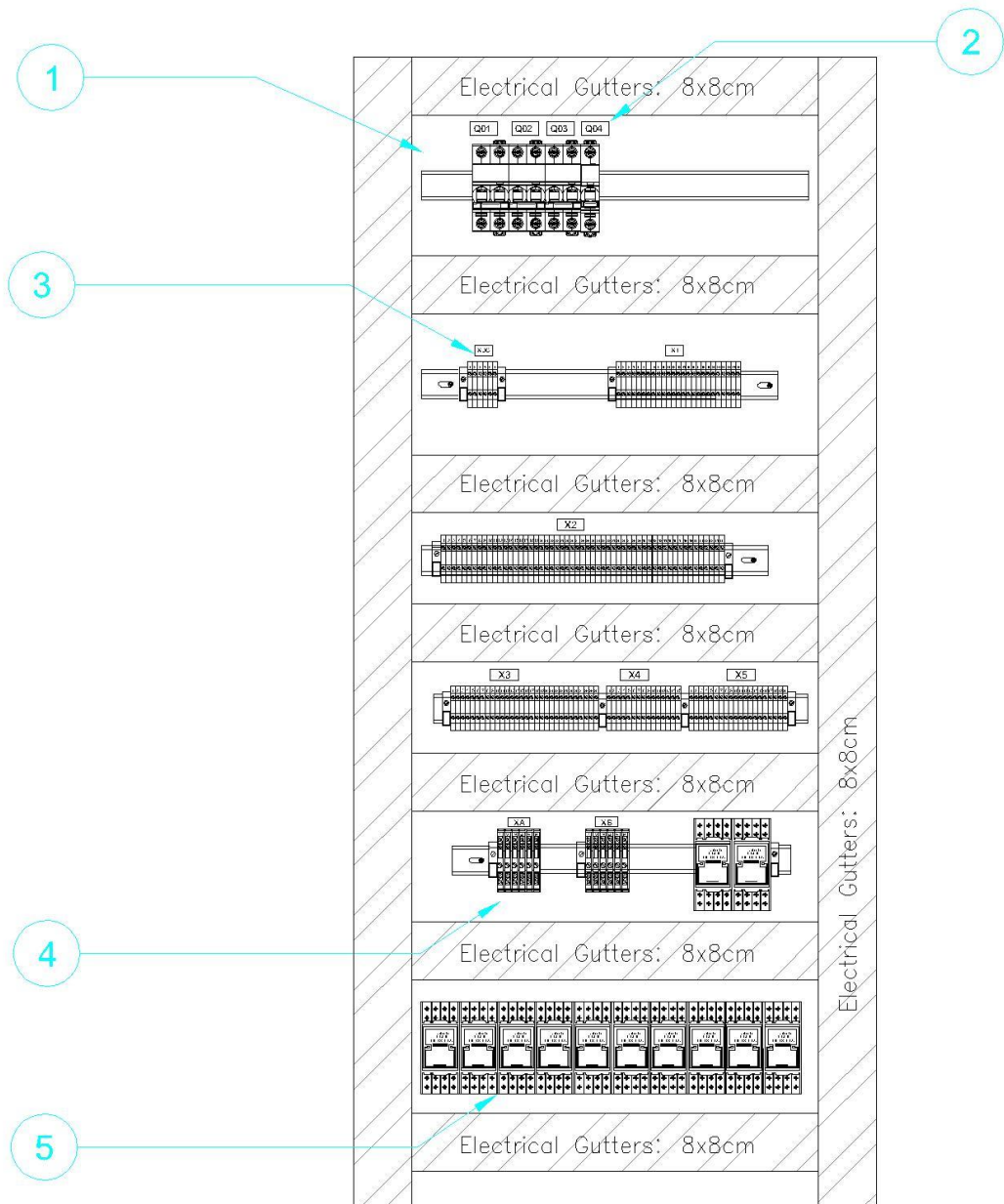


Figura 49. Distribución de equipos interna en Tablero de Control

Fuente: (Autor)

ITEM	SPECIFICATION	BRAND	PART NUMBER
1	BREAKER 2P	EATON	mMC6-C6/2
2	BREAKER 1P	EATON	mMC6-C16/1
3	TERMINALS & ACCESORIES	PHOENIX CONTACT	FOR CABLE OF 6 MM2; THE TERMINAL FOR CTS MUST BE SHORT-CIRCUITABLE
4	TERMINALES CORTOCIRCUITABLE	PHOENIX CONTACT	FOR CABLE OF 6 MM2; THE TERMINAL FOR CTS MUST BE SHORT-CIRCUITABLE
5	REPLICATOR RELAY	ARTECHE	- -

Figura 50. Especificaciones de Equipos del Tablero de Control

Fuente: (Autor)

En la figura 51 se muestra los equipos que conforman el módulo de comunicaciones y su ubicación.

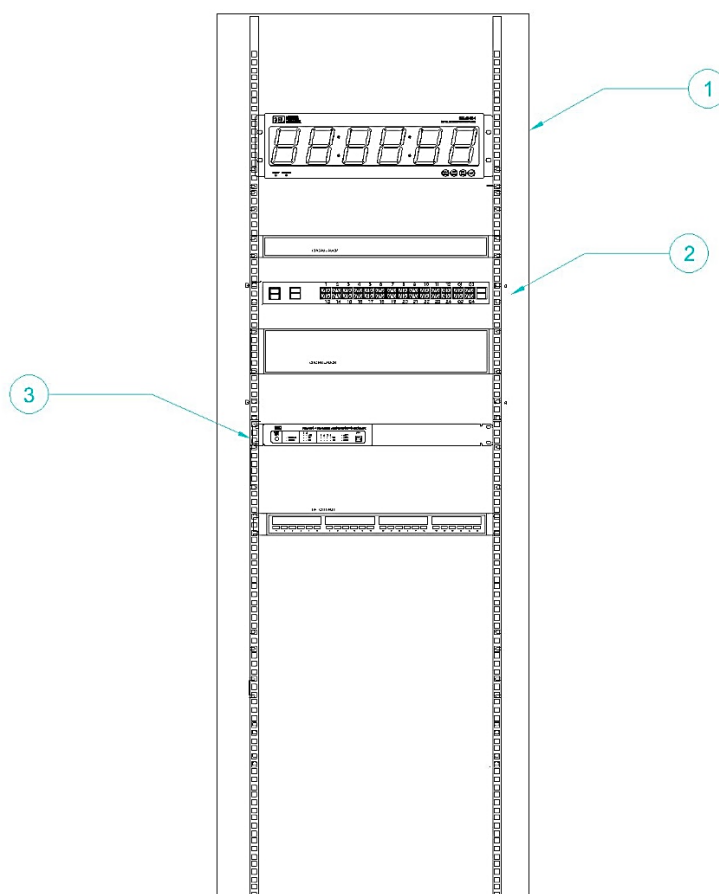


Figura 51. Distribución de equipos tablero de comunicaciones

Fuente: (Autor)

3.4 DIAGRAMA UNIFILAR

A continuación, se presenta el diagrama unifilar donde se observa gráficamente la ubicación de los equipos que posee una subestación eléctrica, además de diagramas de conexiones de los módulos de pruebas, como se muestra en la figura 52.

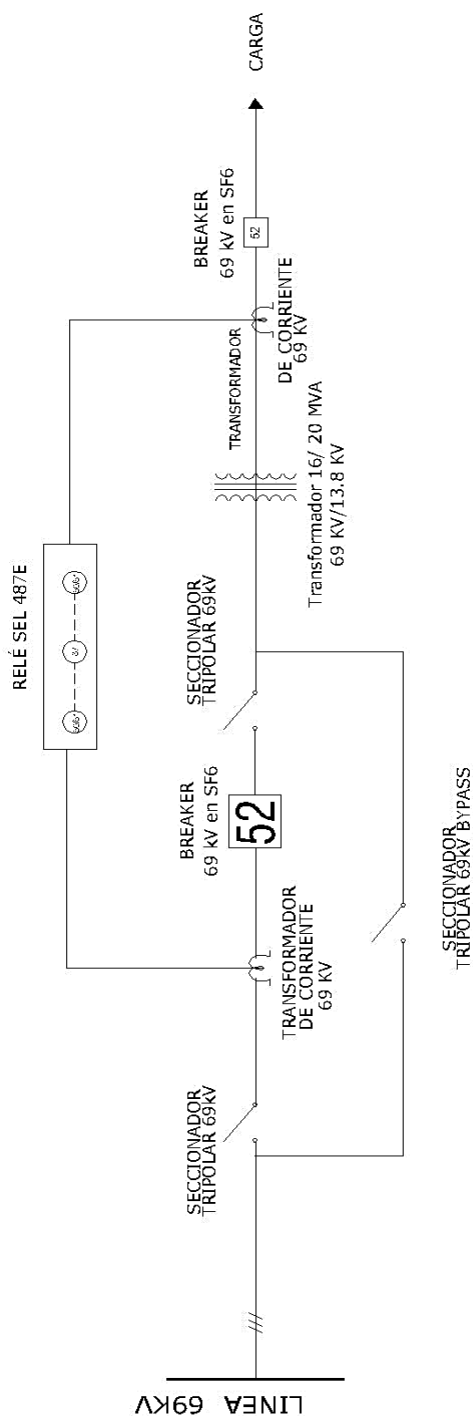


Figura 52. Diagrama Unifilar

Fuente: (Autor)

3.5 DISEÑO E INSTALACIÓN DE LOS TABLEROS

La empresa SISELEC cedió un Tablero metálico vacío, tipo armario que se encontraba en stock dentro de sus bodegas, como se observa en la figura 53, para armar el módulo de control a utilizar en el laboratorio de pruebas del departamento de Ingeniería.



Figura 53. Alimentación DC del Tablero

Fuente: (Autor)

A continuación, se procede al armado del plafón según el diseño antes mencionado (160 cm x 80 cm), el cual consta de canaletas plásticas ranuradas para el cableado de control de todo el tablero, además de riel-din sobre las cuales se va a instalar los elementos que forman parte del módulo como se muestra en la figura 54.



Figura 54. Armado del Plafón para el tablero de control

Fuente: (Autor)

En la figura 55 se observa el plafón listo e instalado en el tablero, para luego colocar los elementos de control que se van a utilizar en el mismo.



Figura 55. Plafón instalado

Fuente: (Autor)

A continuación, se puede observar el cableado de cada elemento ubicado en el interior del módulo didáctico, igual al diseño previo, así como diagramas de control.

El conductor que se utiliza para el cableado es flexible de calibre #14 para los circuitos de control y conductor calibre #12 para las señales analógicas.



Figura 56. Vista del cableado interno del tablero

Fuente: (Autor)

En la figura 57, se observa el tablero de control casi terminado, todo el cableado de control se encuentra listo con su respectivo peinado para cada equipo, puesto sus puentes entre borneras, cada uno con su respectivo terminal, marquilla para la identificación de cada hilo conductor y etiquetas de cada elemento como se observa en la figura 55.



Figura 57. Vista interna del tablero de control

Fuente: (Autor)

Finalizada la etapa del cableado del sistema de control, se procede a realizar el etiquetado de los conductores y equipos internos al módulo, el cual se verifica en la figura 58 adjunta a este documento. Esta etapa se define como:

- Cableado bien distribuido y ordenado.
- Canaletas ranuradas apropiadas.
- Verificar el orden según el diseño previo (Ver Anexo 1).
- Verificar los elementos que contemplan el tablero.
- Asegurar los terminales de cada equipo.
- Continuidad de circuitos con el diseño previo (Anexo 1).

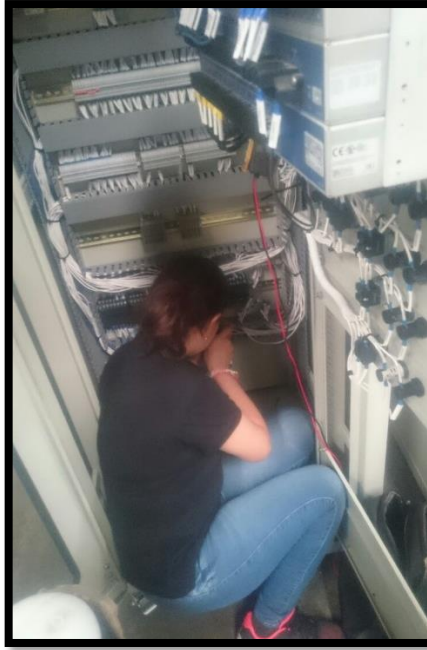


Figura 58. Amarillado del Tablero de Control

Fuente: (Autor)

Finalmente, se energiza el módulo didáctico mediante la aplicación de tensión correspondiente, en este caso con la fuente de 125VDC, para realizar las pruebas funcionales, de cada equipo y verificación de que todos ellos operen correctamente. (Ver figura 59).



Figura 59. Energización el Tablero de Control

Fuente: (Autor)

Para los equipos que se encuentran en el módulo de comunicaciones, de igual manera la empresa SISELEC dono un rack negro, que se encontraba en sus instalaciones, como se muestra en la figura 60, para el montaje de los equipos de comunicación que será utilizado en el laboratorio.



Figura 60.-Rack vacío de comunicaciones

Fuente: (Autor)

La colocación de los equipos se realiza de acuerdo al diseño realizado anteriormente, como se muestra en la figura 61.



Figura 61.-Colocación de equipos en el rack de comunicaciones

Fuente: (Autor)

Los equipos tienen que quedar perfectamente ajustados con pernos y tuercas para la seguridad y evitar el daño de cualquier elemento que se encuentra en el rack de comunicaciones, como se observa en la figura 62.



Figura 62. Rack con los equipos instalados

Fuente: (Autor)

A continuación, se presenta el cableado de alimentación de los equipos, ellos trabajan en Ac/Dc, en el proyecto se va a trabajar con AC, como se muestra en la figura 63, dentro de las subestaciones siempre se alimenta con DC, ya que el sistema scada debe estar en constante monitoreado desde el centro de control por seguridad.



Figura 63. Borneras de Alimentación para los equipos de comunicación

Fuente: (Autor)

Una vez culminado este proceso, como se muestra en la figura 64, lo restante es netamente configuración de los equipos que se detalló anteriormente.



Figura 64. Energizado el Tablero de Comunicaciones

Fuente: (Autor)

En la figura 65, se observa los tableros en las instalaciones de la empresa SISELEC S.A., específicamente en el departamento de Ingeniería, energizados y listo para empezar las prácticas respectivas que se presentan en el Capítulo IV.



Figura 65. Tablero de Control y Comunicación

Fuente: (Autor)

3.6 DIAGRAMAS DE CONTROL DE LOS TABLEROS

La arquitectua del diseño de control se define la relación que hay entre los elementos del sistema de automatización de una subestación eléctrica.

Puede ser manejada desde cuatro niveles, con la finalidad que tener un control exhaustivo de los equipos. Estos niveles son:

- Nivel 0- Equipos de Patio
- Nivel 1- Controlador de Bahía (Tablero de Protección)
- Nivel 2-Scada Local
- Nivel 3- Centro de Control

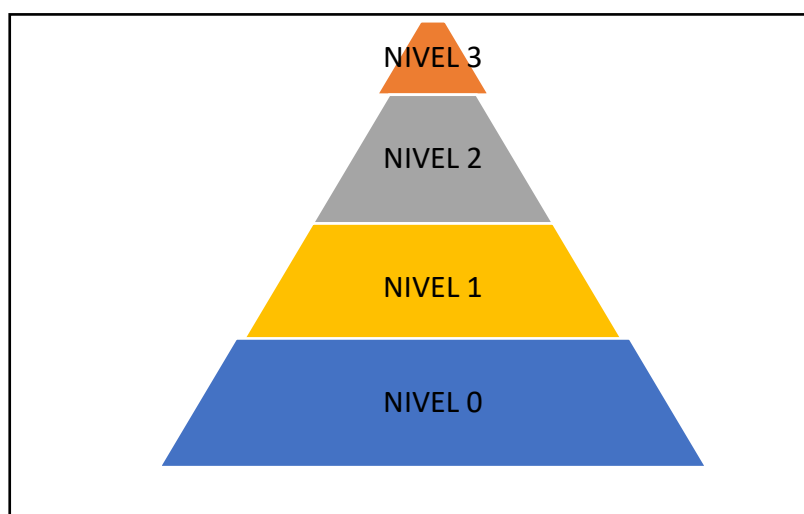


Figura 66. Niveles de Operación dentro de una Subestación

Fuente: (Autor)

En el diseño que se presenta a continuación, se elaboró con los criterios presentados en la figura 66, nivel 0 se refiere a la manipulación directa de los equipos de patio de maniobras, como interruptores, seccionadores etc.

El indicador de nivel de los equipos primarios es el selector, el cual posee dos posiciones, local para realizar la operación desde el gabinete de control y el remoto cuyo control se realiza desde el Nivel 1.

El nivel 1 se realiza la operación remota de Cierre y Apertura de cada uno de los equipos primarios de patio por medio de selectores, pulsadores, relés auxiliares que desempeñan el control, enclavamiento, regulación protección y medición de las señales de equipo de patio.

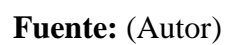
A continuación, se presenta los diseños de control, con el cual se va a trabajar el proyecto.

SISELEC																													
Para: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA																													
Usuario: LABORATORIO DE PRUEBAS																													
Contenido: DIAGRAMAS DE CIRCUITO																													
Fecha: SEPTIEMBRE 2018																													
<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <th>Par</th> <th>Nro</th> <th>Fecha</th> <th>Puntaje</th> <th>Aprob.</th> <th></th> </tr> </table>																								Par	Nro	Fecha	Puntaje	Aprob.	
Par	Nro	Fecha	Puntaje	Aprob.																									

Figura 67. Carátula de los diagramas de control

Fuente: (Autor)

- Breakers DC 2P-4A para la alimentación de cada uno equipos como el relé 487E, luces pilotos y selectores.
- Borneras ABB, correctamente distribuidas para un diseño completo.



En la figura 69 se muestra el plano de control de la operación de cierre y apertura remota del equipo Interruptor 52H las cuales se realizan por medio de las salidas digitales (OUT201 y OUT202) del relé 487E ubicado en el tablero de control, por medio de selectores, los cuales desempeñan el control y enclavamientos.

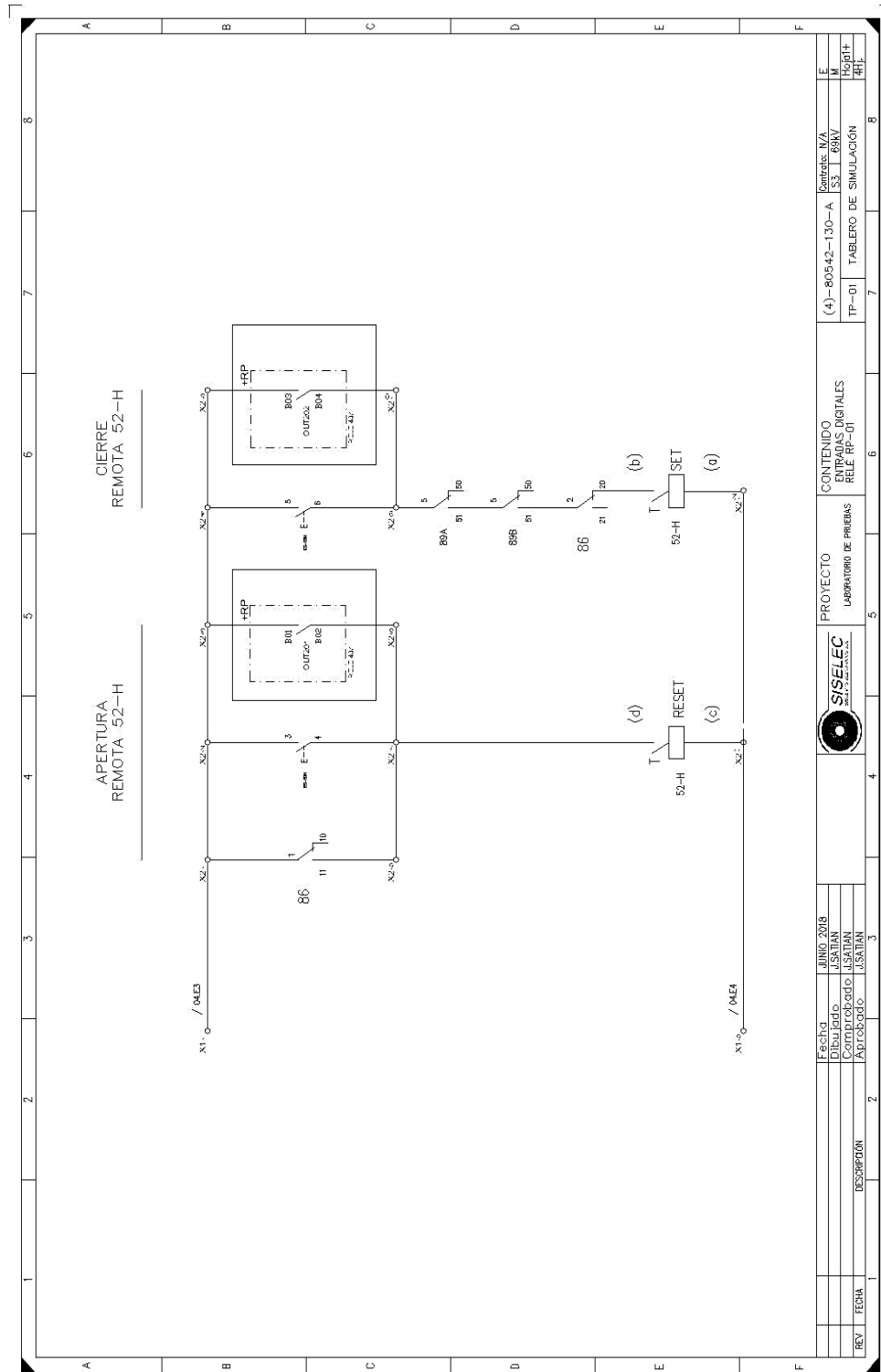


Figura 69. Diagrama de apertura y cierre de 52H

Fuente: (Autor)

The diagram illustrates a remote control system for a relay (B9-A) using two PLCs. The system is divided into two main sections: 'APERTURA REMOTA B9-A' (Remote Opening B9-A) and 'CIERRE REMOTA B9-A' (Remote Closing B9-A).

APERTURA REMOTA B9-A (Remote Opening B9-A):

- PLC B05 (Digital Output OUT203) is connected to the SET input of the relay B9-A.
- PLC B06 (Digital Output OUT203) is connected to the RESET input of the relay B9-A.
- The relay B9-A is connected to the power source (X1) and the load (X2).

CIERRE REMOTA B9-A (Remote Closing B9-A):

- PLC B07 (Digital Output OUT204) is connected to the SET input of the relay B9-A.
- PLC B08 (Digital Output OUT204) is connected to the RESET input of the relay B9-A.
- The relay B9-A is connected to the power source (X1) and the load (X2).

The diagram also shows the internal wiring of the PLCs, including the power supply (X1) and the load (X2).

Fuente: (Autor)

1	2	3	4	5	6	7	8
<p>APERTURA REMOTA 89-B</p> <p>CIERRE REMOTA 89-B</p>							
<p>PROYECTO: CONTENIDO: SALIDAS DIGITALES RELE RP-01</p>							
<p>LABORATORIO DE PRUEBAS</p>							
<p>SISELEC</p>							
<p>Fecha: JUNIO 2018</p>							
<p>Dibujado: LSTANIN</p>							
<p>Corregido: LSTANIN</p>							
<p>Aprobado: LSTANIN</p>							
<p>DESCRIPCIÓN</p>							
<p>REV. FECHA</p>							
<p>CONTINUA N/A</p>							
<p>(4)-80642-130-A</p>							
<p>SET 68AV</p>							
<p>TP-01 TABLERO DE SIMULACIÓN</p>							
<p>4H3</p>							

Fuente: (Autor)

[illegible]

Fuente: (Autor)

[illegible]

Fuente: (Autor)

En la figura 74 se muestra el plano de control de las conexiones de las luces pilotos, estos van enlazados con contactos abiertos y cerrados, indican el estado de los equipos de patio, Abierto y Cerrado los cuales se reflejan en el tablero de control.

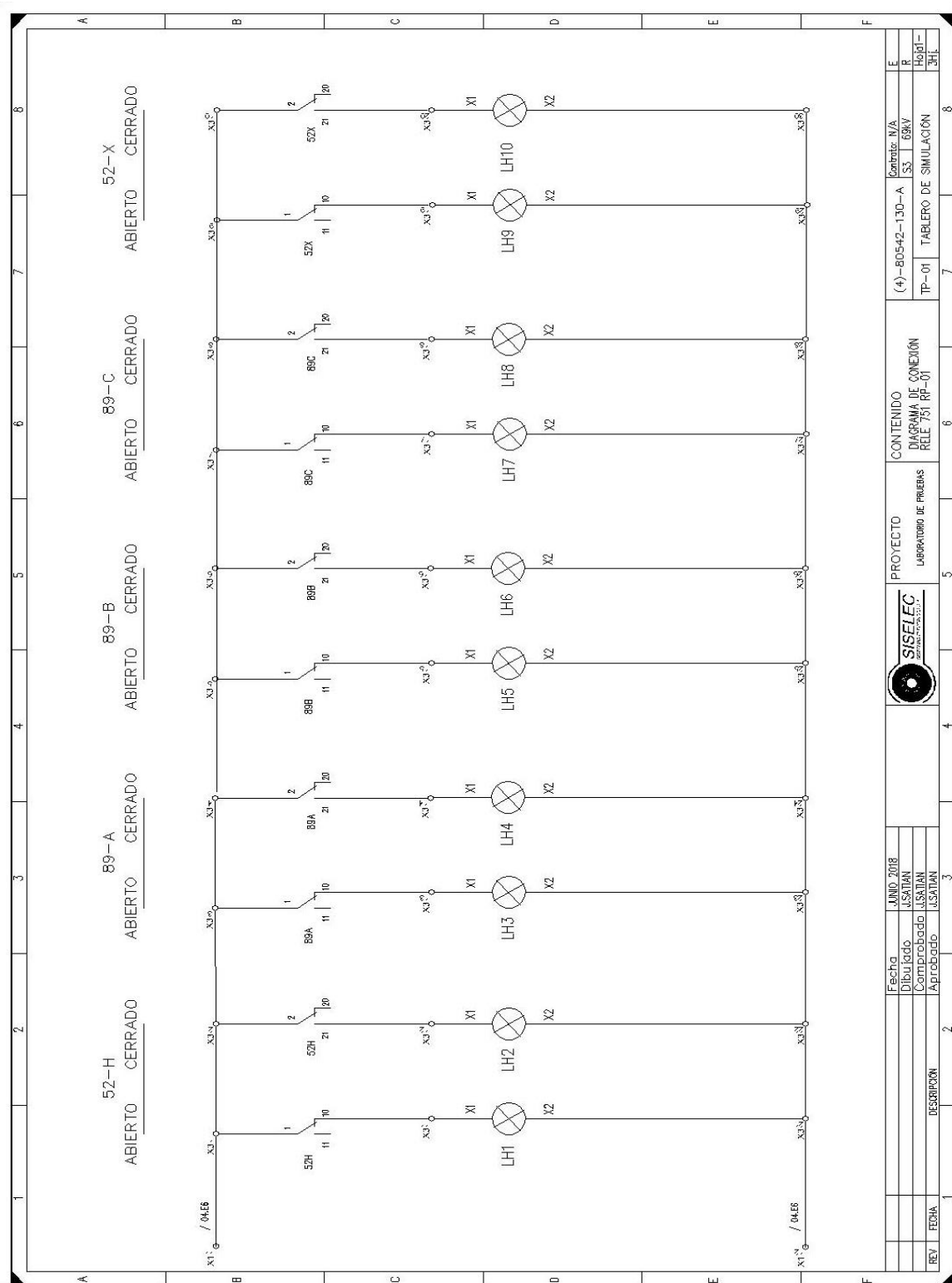


Figura 74. Diagrama de conexión de luces piloto

Fuente: (Autor)

[illegible]



Fuente: (Autor)

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL BANCO DE PRÁCTICAS

En este capítulo se muestran los pasos a seguir para la configuración de un sistema scada por medio de las prácticas ayudaran, de guía para el buen uso y manejo tanto de equipos como de software.

4.1 PRÁCTICA #1:

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
	TÍTULO DE PRÁCTICA: Configuración de direcciones IP de los equipos que conforman el módulo de Comunicaciones.
1.- <u>OBJETIVO GENERAL.</u>	
Implementar los conocimientos teóricos dados en la vida universitaria, mediante el uso de los módulos, configurando las direcciones IP de los equipos como el relé 487E y la RTAC.	
2.- <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el procedimiento para cambiar la direccion IP de un IED. • Aprender a realizar la comunicación entre los equipos y la PC. 	
3.- <u>MARCO TEÓRICO.</u>	
<p>Para la implementación de la práctica se requiere, conocer el funcionamiento de los equipos a utilizar.</p> <p>3.1 RELÉ DE PROTECCIÓN 487E</p> <p>Este IED es el encargado de recibir todas las señales de estados y comandos del tablero de control, además de las señales analógicas de corriente.</p> <p>Algunas características que se destacan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de alimentación 125VDC. • Entradas digitales a 125VDC. • Salidas digitales que funcionan para realizar los comandos de control. • Posee 5 tarjetas de corriente a 5A. 	

- Puerto de Comunicación Ethernet.
- Protocolo de Comunicación IEC61850.
- Software de configuración AcSELerator Quickset.



Figura 76. IED 487E

Fuente: (Autor)

3.2 RTAC

Es una concentrador de datos, el cual me permite realizar el control, automatización de un sistema scada, de las subestación eléctrica, equipo de comunicación principal en mi tablero de comunicación.

Características.

- Voltaje de alimentación 125VDC/ 110VAC
- Montaje tipo RACK
- Posee 4 puertos seriales
- Configuración Tipo Web Browser
- Software de configuración AcSELerator RTAC.



Figura 77. RTAC 3530

Fuente: (Autor)

3.3 SOFTWARE ACSELERATOR QUICKSET

El software permite configurar y poner en marcha todos los relés de protección de la familia SEL de una manera fácil y sencilla, el control, monitoreo y corrientes. Además de sistemas de protección.

Características.

- Permite una configuración de una manera sencilla con lógicas.
- Dentro del Software existen plantillas para una configuración consistente.
- Depende del modelo se puede configurar las pantallas

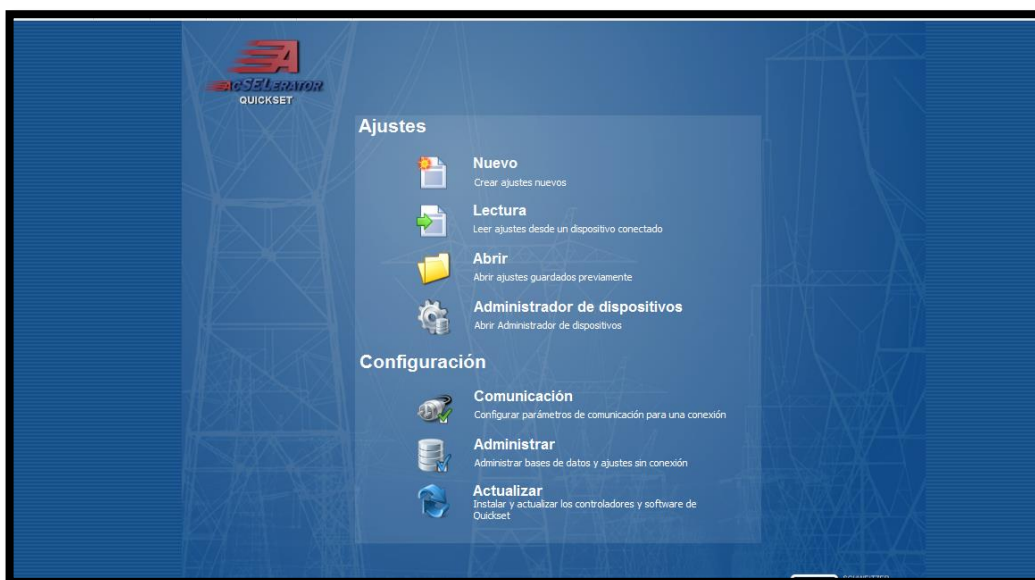


Figura 78. Software Quickset

Fuente: (Autor)

3.4 SOFTWARE AcSELerator RTAC

Este software permite configurar el controlador de automatización en tiempo real (RTAC), dentro del cual, se configura el sistema scada, por ejemplo, los comandos, estados, corrientes de una subestación eléctrica.

Los softwares de instalación se los descarga de la misma pagina de SEL, los pasos de detallan en el segundo capítulo.

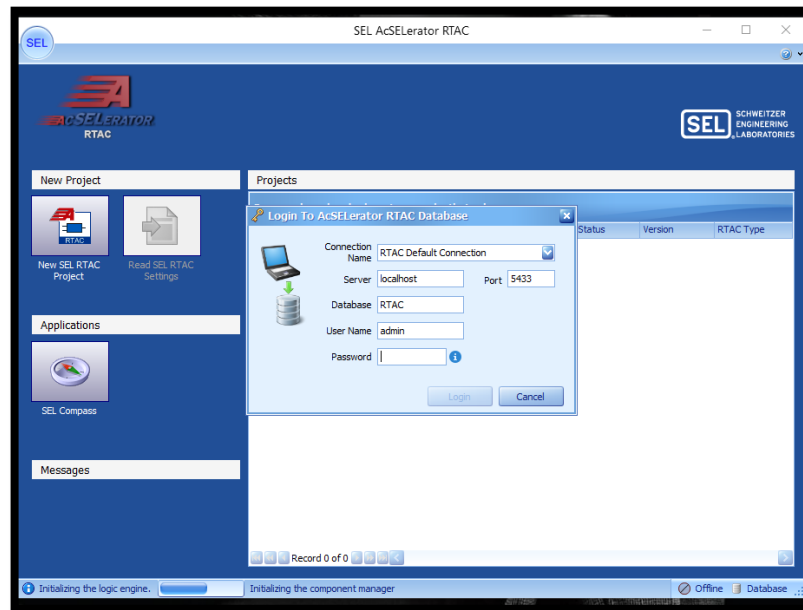


Figura 79. Software RTAC

Fuente: (Autor)

4.- INSTRUCCIONES

Para desarrollar la practica tener en cuenta lo siguiente.

- Revisar las conexiones de control.
- Tener claro la teoria y el objetivo principal de la práctica.
- Tener energizados los tableros a utilizar 125VDC.
- Conectar la computadora al switch para estar dentro de la misma red.
- Realizar las configuraciones según lo indicado.



Figura 80. Tablero de Control Energizado

Fuente: (Autor)



Figura 81. Tablero de Comunicación Energizado

Fuente: (Autor)

5.- DESARROLLO

- Reconocer los parametros de comunicación y asignar las siguientes direcciones IP.
- Para el 487E: 192.168.0.9/ 255.255.255.0
- RTAC: 192.168.0.10/255.255.255.0

Se observa el IED 487E en la figura 82 y el RTAC en la figura 83.



Figura 82. Relé de Protección 487E

Fuente: (Autor)



Figura 83. RTAC 3530-4

Fuente: (Autor)

- **Configuración de la Dirección IP del IED.**

Para la configuración del relé 487E, se requiere conectarse el equipo a través del cable serial, como se muestra en la figura 84.

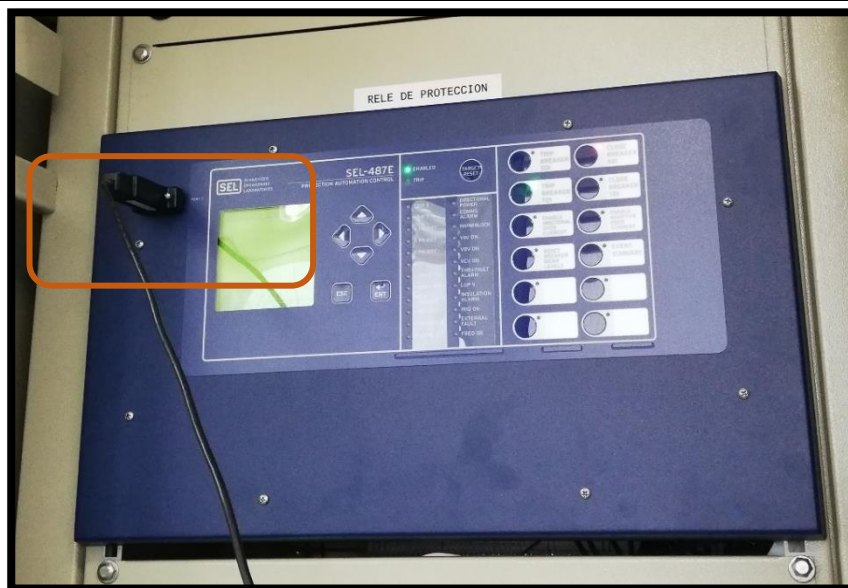


Figura 84. Relé conectado con el cable serial en el puerto F

Fuente: (Autor)

Una vez que se realiza esto, abrir el software Quickset para conectarse con el relé tener en cuenta los parámetros de comunicación tipo serial como se muestra en la figura 85.

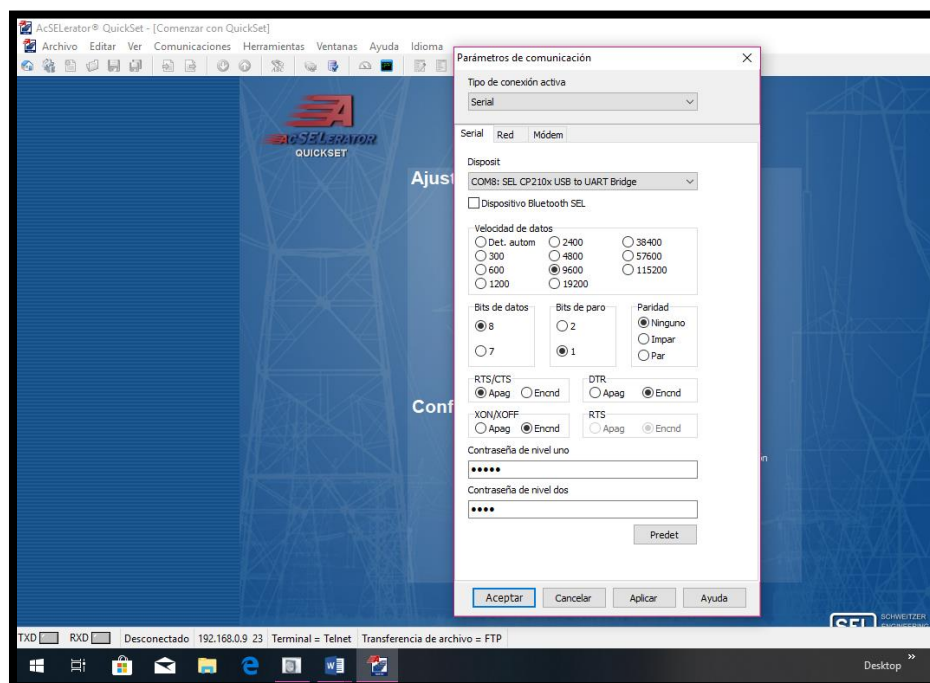


Figura 85. Parámetros de comunicación en Quickset

Fuente: (Autor)

Una vez que se logra la comunicación se procede a descargar la plantilla del relé para proceder a la configuración, como se muestra en la figura 86.

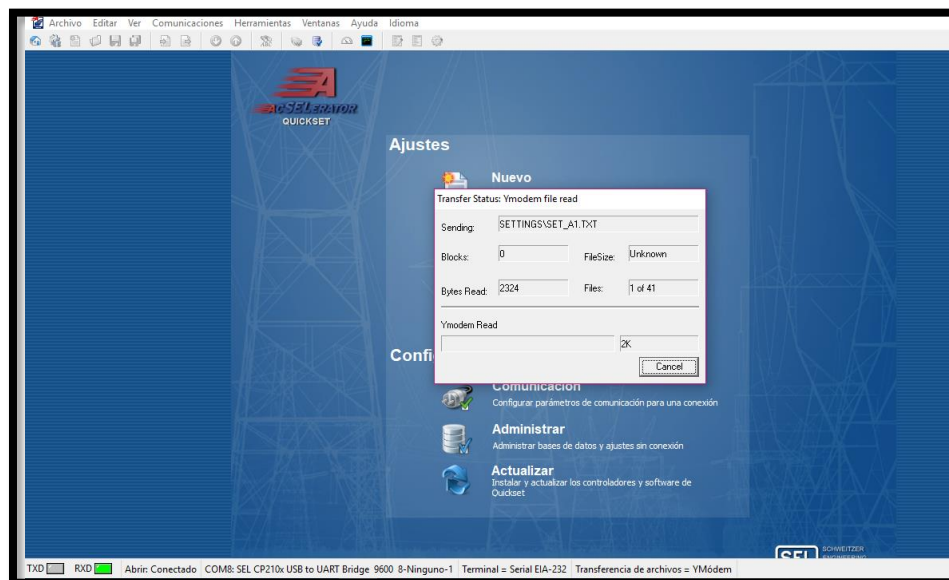


Figura 86. Ventana Descargando plantilla del relé 487E

Fuente: (Autor)

Luego requiere activar todos los protocolos FTP, HTTP, TELNET, IEC61850 son necesarios para leer el relé por Ethernet además de permitir la integración de la pestaña **IP Configuration** donde se ubica la dirección IP con la cual va a comunicar el equipo, como se muestra en la figura 87.

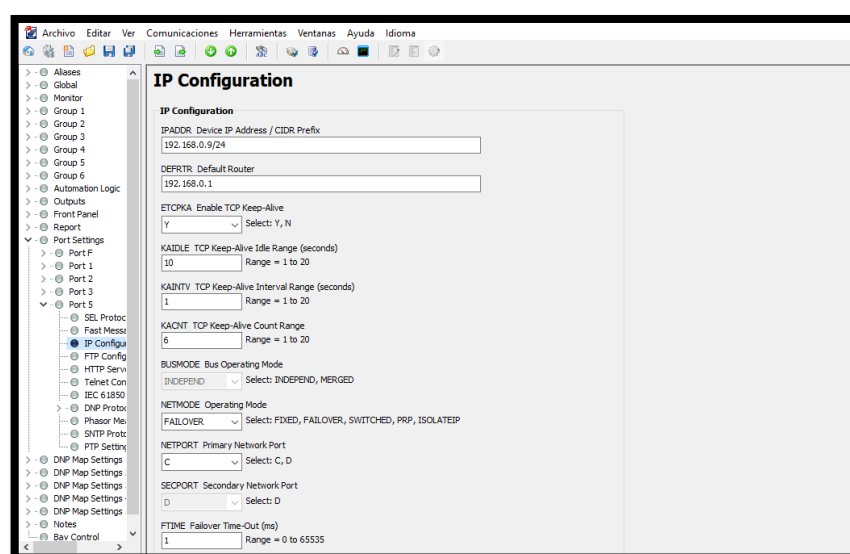


Figura 87. Ventana ubicación de la dirección IP

Fuente: (Autor)

La configuración del RTAC, este equipo por primera vez se configura interfaz web RTAC, ingresar con la siguiente dirección IP: 172.29.131.1, previo a esto se requiere tener la conexión entre el RTAC y el PC, conectadas entre sí por medio del cable además de claves de acceso que se muestra en el tercer capítulo, luego se ubica la pestaña configuración de Network, como se observa en la figura 88.

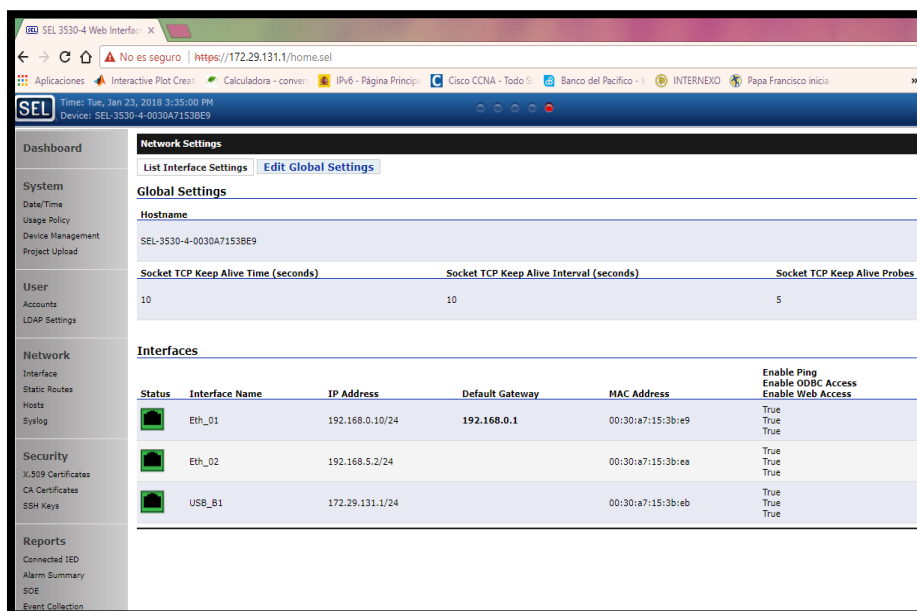


Figura 88. Interfaz Vía Web de la RTAC

Fuente: (Autor)

Ingresa en Eth_01 y realiza la configuración IP, 192.168.0.10 la máscara de Subred 255.255.255.0 y el Gateway parámetros que se requiere para tener una conexión con los demás equipos dentro de un sistema scada como se muestra en la figura 89 y se guardan los cambios y listo

Ahora ya se puede leer la RTAC con su respectiva dirección por medio del software ACSELERATOR RTAC.

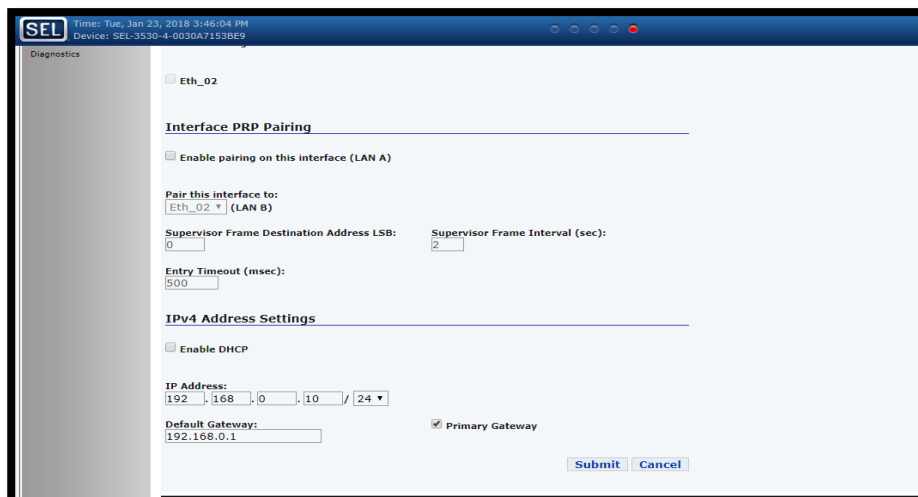


Figura 89. Configuración de Parámetros de Comunicación

Fuente: (Autor)

6. CONCLUSIONES



En este espacio el estudiante emite las conclusiones del caso referente a cada práctica, comparando los resultados obtenidos en relación a lo esperado de forma teórica.

7. RECOMENDACIONES

En este espacio el estudiante realiza las recomendaciones del caso para esta práctica de acuerdo a su experiencia mantenida en la misma.

- Verificar las direcciones IP y la máscara de subred de los equipos estén dentro de la misma red, para que no genere conflicto dentro de la comunicación.

4.2 PRÁCTICA #2:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
 SISELEC SISTEMAS ELÉCTRICOS S.A.	TÍTULO DE PRÁCTICA: Configuración de las variables dentro del IED.
1.- <u>OBJETIVO GENERAL.</u>	
Implementar los conocimientos teóricos dados en la vida universitaria, mediante el uso de los módulos, configurando las salidas digitales para la simulación del control remoto de los equipos del tablero.	
2.- <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</u>	
<ul style="list-style-type: none">• Aprender a utilizar el software con el que configura el relé 487E• Configurar las Salidas Outputs dentro del Software Quickset.	
3.- <u>MARCO TEÓRICO.</u>	
Para la implementación de la práctica se requiere conocer el funcionamiento de los equipos a utilizar.	
3.1 RELÉ DE PROTECCIÓN 487E	
Este IED es el encargado de recibir todas las señales de estados y comandos del tablero de control, además de las señales analógicas de corriente.	
Algunas características que se destacan son:	
<ul style="list-style-type: none">• Voltaje de alimentación 125VDC.• Entradas digitales a 125VDC.• Salidas digitales que funcionan para realizar los comandos de control.• Posee 5 tarjetas de corriente a 5A.• Puerto de Comunicación Ethernet.• Protocolo de Comunicación IEC61850.• Software de configuración AcSELerator Quickset.	



Relé de protección 487E

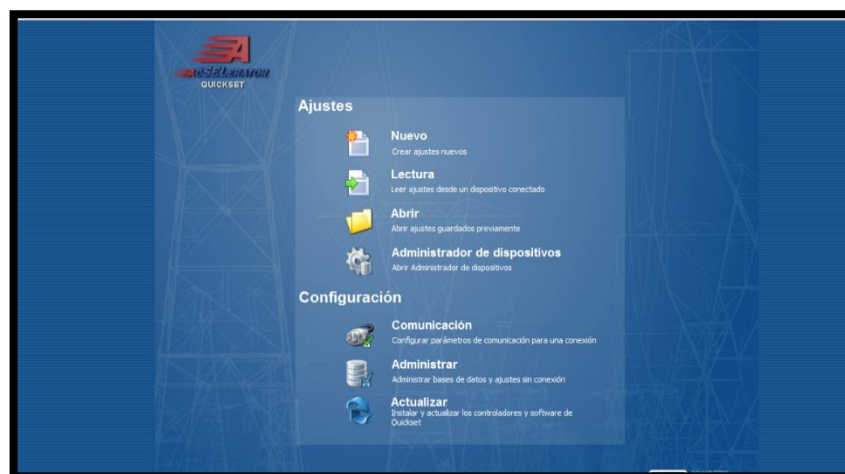
Fuente: (Autor)

3.2 SOFTWARE AcSELeRator QUICKSET

Este Software permite configurar y poner en marcha todos los relés de protección de la familia SEL de una manera fácil y sencilla, el control, monitoreo y corrientes. Además de sistemas de protección.

Características.

- Permite una configuración de una manera sencilla con lógicas.
- Dentro del Software existen plantillas para una configuración consistente.
- Depende del modelo se puede configurar las pantallas



Software Quickset

Fuente: (Autor)

4.- INSTRUCCIONES.

Para desarrollar la practica tener en cuenta lo siguiente.

- Revisar las conexiones de control.
- Tener claro la teoria y el objetivo principal de la práctica.
- Tener energizados los tableros a utilizar 125VDC.
- Conectar la computadora al switch para estar dentro de la misma red.
- Realizar las configuraciones según lo indicado.



Tablero de Control Energizado

Fuente: (Autor)



Tablero de Comunicación Energizado

Fuente: (Autor)

5.- DESARROLLO

Se necesita configurar el 487E que se encuentra en el tablero de Control el cual simula las operaciones de los equipos primarios de una subestación eléctrica.



Figura 90. Relé de protección 487E

Fuente: (Autor)

Conectarse al IED, luego ejecutar el Software AcSelerator QuickSet como se muestra en la figura 91.



Figura 91. Software AcSElerator

Fuente: (Autor)

Dentro de la configuración del IED, acceder a la pestaña de Outputs donde se encuentran las salidas estas son las encargadas de realizar el control como se muestra en la figura 92.

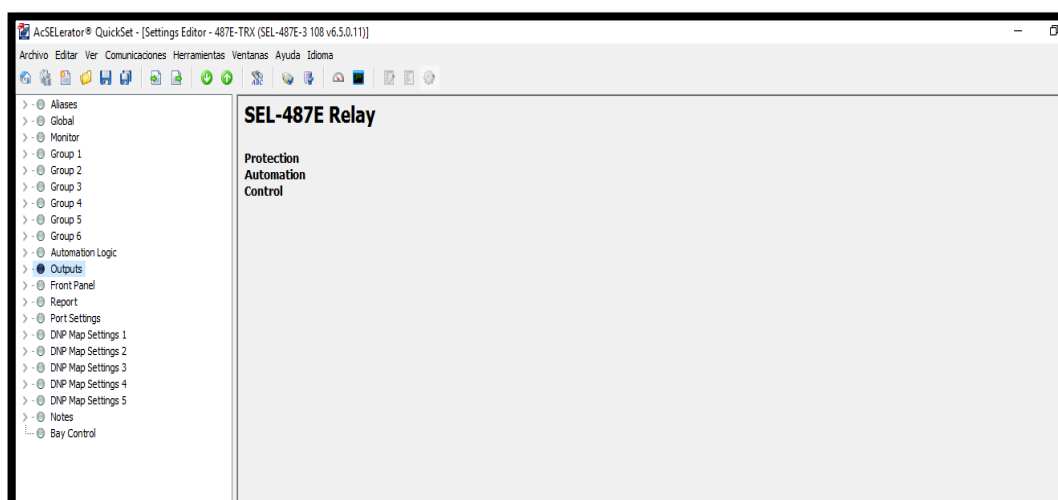


Figura 92. Ventana de Configuración en el QuickSet

Fuente: (Autor)

Revisar en el Manual del IED, para ubicar los worbits o variables que se requieren para el control remoto de los equipos que se encuentran en el tablero de Control, como se muestra en la figura 93.

Path	Logical Node	Data Object	Data Attribute	Relay Word Bit or Value	Description
PRO/SBKRCSWI1\$CO\$Pos\$Oper\$ctlVal	SBKRCSWI1	Pos	ctlVal	CCS:OCS	Breaker close/mand, Termina
PRO/TBKRCSWI2\$CO\$Pos\$Oper\$ctlVal	TBKRCSWI2	Pos	ctlVal	CCT:OCT	Breaker close/mand, Termina
PRO/UBKRCSWI3\$CO\$Pos\$Oper\$ctlVal	UBKRCSWI3	Pos	ctlVal	CCU:OCU	Breaker close/mand, Termina
PRO/WBKRCSWI4\$CO\$Pos\$Oper\$ctlVal	WBKRCSWI4	Pos	ctlVal	CCW:OCW	Breaker close/mand, Termina
PRO/XBKRCSWI5\$CO\$Pos\$Oper\$ctlVal	XBKRCSWI5	Pos	ctlVal	CCX:OCX	Breaker close/mand, Termina
PRO/DC1CSWI6\$CO\$Pos\$Oper\$ctlVal	DC1CSWI6	Pos	ctlVal	89CC01:89OC01	Close command Disconnect 1

Figura 93. Worbits para realizar control en el IED487E

Fuente: (Autor)

Luego de revisar los worbits que se necesitan para la operación de control, se ubica en las salidas digitales, según este hecho el cableado en cobre, como se muestra en la figura 94.

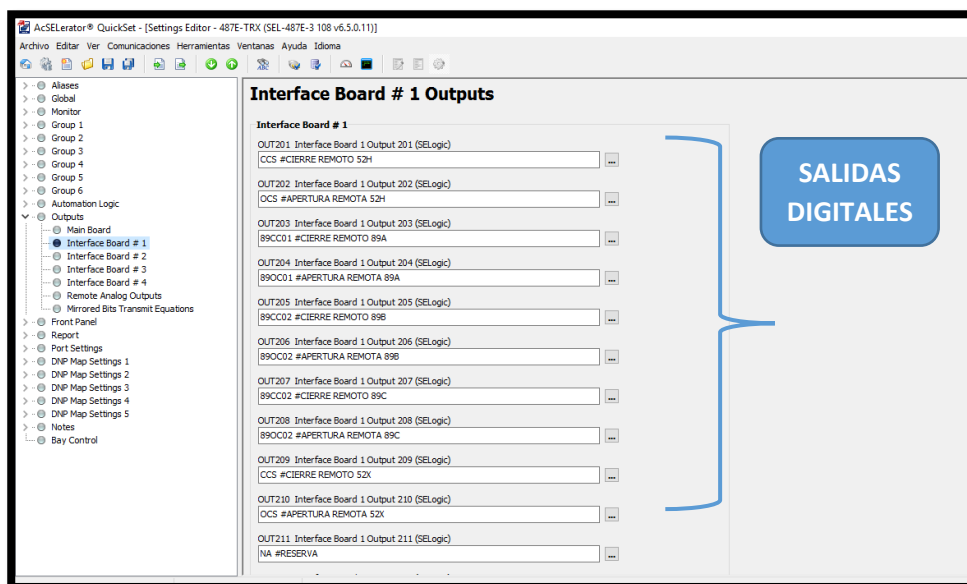


Figura 94. Ventana QuickSet Salidas Digitales

Fuente: (Autor)

Y con todos estos pasos realizados se logra configurar el IED 487E, existe otra manera de configurar los equipos por medio de las lógicas como se muestra en la figura 95.

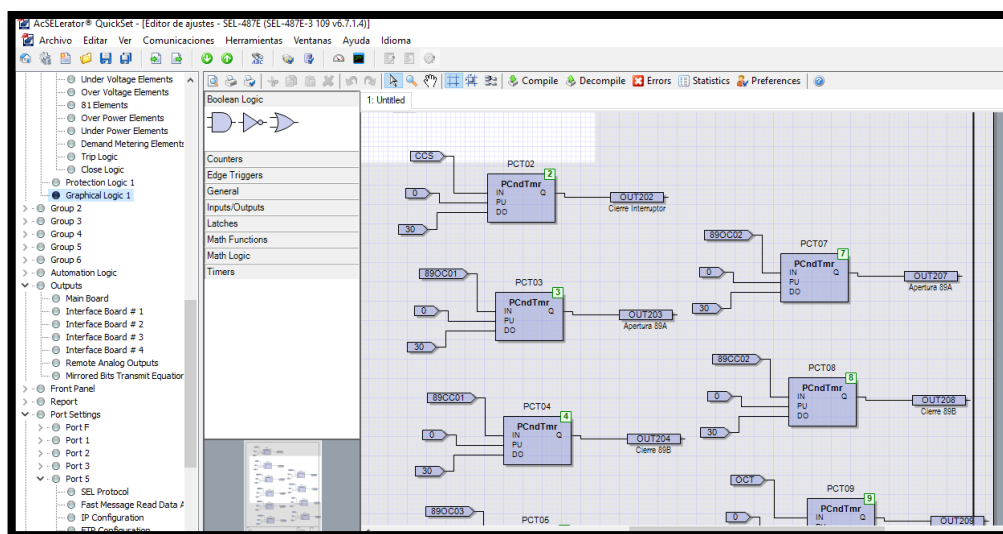


Figura 95. Diagrama de Lógica 487E

Fuente: (Autor)

6. CONCLUSIONES



En este espacio el estudiante emite las conclusiones del caso referente a cada práctica, comparando los resultados obtenidos en relación a lo esperado de forma teórica.

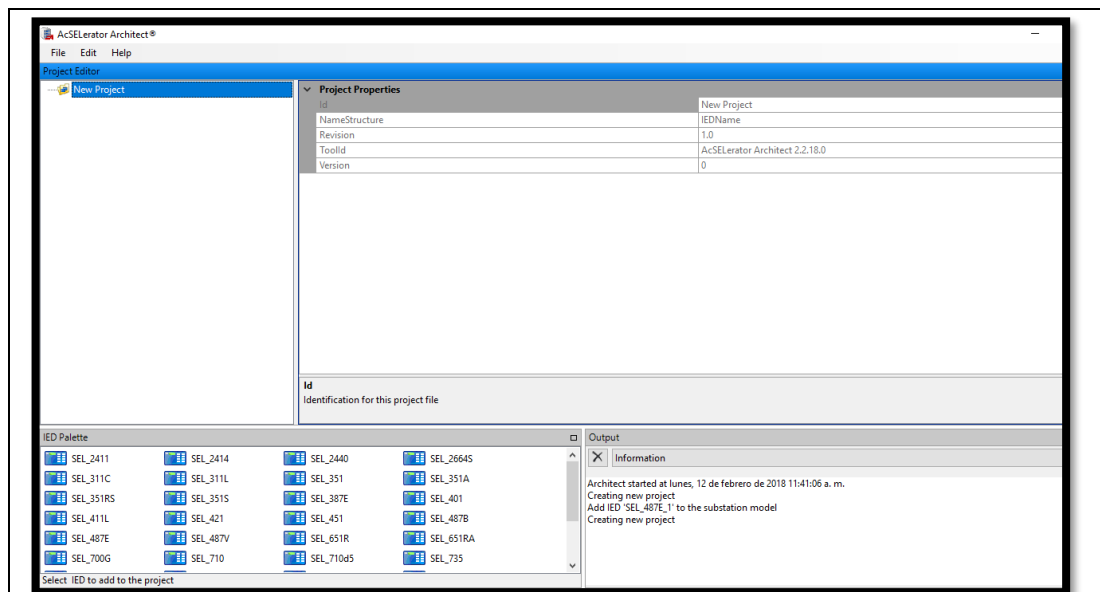
7. RECOMENDACIONES

En este espacio el estudiante realiza las recomendaciones del caso para esta práctica de acuerdo a su experiencia mantenida en la misma.

- Antes de empezar cualquier configuración es necesario verificar que las conexiones externas estén bien realizadas esto con respecto al cableado estructurado.
- El siguiente paso para la configuración del sistema Scada, ya que los worbits que ubicamos en las salidas digitales son las que vamos a mapear en el Architec más adelante.

4.3 PRÁCTICA #3:

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
	TÍTULO DE PRÁCTICA: Configuración de base de datos y Reportes en el Software Acselelator Architec.
1.- <u>OBJETIVO GENERAL.</u>	
Implementar los conocimientos teóricos dados en la vida universitaria, mediante el uso de los módulos, configurando la base de datos (datasets) y reportes (reports) dentro del software ARCHITEC.	
2.- <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</u>	
<ul style="list-style-type: none">• Aprender a utilizar el software Acselelator Architec.• Configurar la base de datos y reportes dentro del Software Architec	
3.- <u>MARCO TEÓRICO.</u>	
<p>Para la implementación de la práctica se requiere conocer el funcionamiento de los equipos a utilizar.</p> <p>3.1 SOFTWARE AcSELeurator ARCHITEC</p> <p>Este Software agiliza la configuración y la documentación del control IEC 61850. Este permite enviar los nodos lógicos al concentrador de datos.</p> <p>Características.</p> <ul style="list-style-type: none">• Configura los IEDs SEL del proyecto en la subestación eléctrica.• Crea y edita los Data Sets.• Lee todo archivo de configuración (SCD, ICD, CID).• Crea ficheros CID.	



Software Acselevator Architec

Fuente: (Autor)

4.- INSTRUCCIONES.

Para desarrollar la practica tener en cuenta lo siguiente.

- Revisar las conexiones de control.
- Tener claro la teoria y el objetivo principal de la práctica.
- Tener energizados los tableros a utilizar 125VDC.
- Conectar la computadora al switch para estar dentro de la misma red.
- Realizar las configuraciones según lo indicado.



Tablero de Control Energizado

Fuente: (Autor)



Tablero de Comunicación Energizado

Fuente: (Autor)

5.- DESARROLLO

Para realizar la práctica se requiere revisar el listado de señales que posee cada IED, estas se obtienen de los planos de control, estas pueden ser simples, dobles y analógicas, como se muestra en la figura 96 y 97.

TABLERO	IED	EQUIPO	DESCRIPCION	WORDBIT	TAGS
TP01	487E	52H	Cierre Remoto Interruptor	OUT201	SEL_487E_52H_Con
TP01	487E	52H	Apertura Remoto Interruptor	OUT202	
TP01	487E	89A	Cierre Remoto Interruptor	OUT203	SEL_487E_89A_Con
TP01	487E	89A	Apertura Remoto Interruptor	OUT204	
TP01	487E	89B	Cierre Remoto	OUT205	SEL_487E_89B_Con
TP01	487E	89B	Cierre Remoto Interruptor	OUT206	
TP01	487E	89C	Cierre Remoto	OUT207	SEL_487E_89C_Con
TP01	487E	89C	Cierre Remoto Interruptor	OUT208	
TP01	487E	52X	Cierre Remoto	OUT209	SEL_487E_52X_Con
TP01	487E	52X	Cierre Remoto Interruptor	OUT210	

Figura 96. Listado de Señales-Salidas Digitales

Fuente: (Autor)

TABLERO	EQUIPO	EQUIPO	WORDBIT	DAT
TP01	487E	52H	Interruptor Estado Abierto	SEL_487E_52H_Apido
TP01	487E	52H	Interruptor Estado Cerrado	SEL_487E_52H_Cerido
TP01	487E	89A	Interruptor Estado Abierto	SEL_487E_89A_Apido
TP01	487E	89A	Interruptor Estado Cerrado	SEL_487E_89A_Cerido
TP01	487E	89B	Interruptor Estado Abierto	SEL_487E_89B_Apido
TP01	487E	89B	Interruptor Estado Cerrado	SEL_487E_89B_Cerido
TP01	487E	89C	Interruptor Estado Abierto	SEL_487E_89C_Apido
TP01	487E	89C	Interruptor Estado Cerrado	SEL_487E_89C_Cerido
TP01	487E	52X	Interruptor Estado Abierto	SEL_487E_52X_Apido
TP01	487E	52X	Interruptor Estado Cerrado	SEL_487E_52X_Cerido

Figura 97. Listado de Señales-Entradas Digitales

Fuente: (Autor)

Ejecutar el Software AcSELeRator Architec como se muestra en la figura 98.

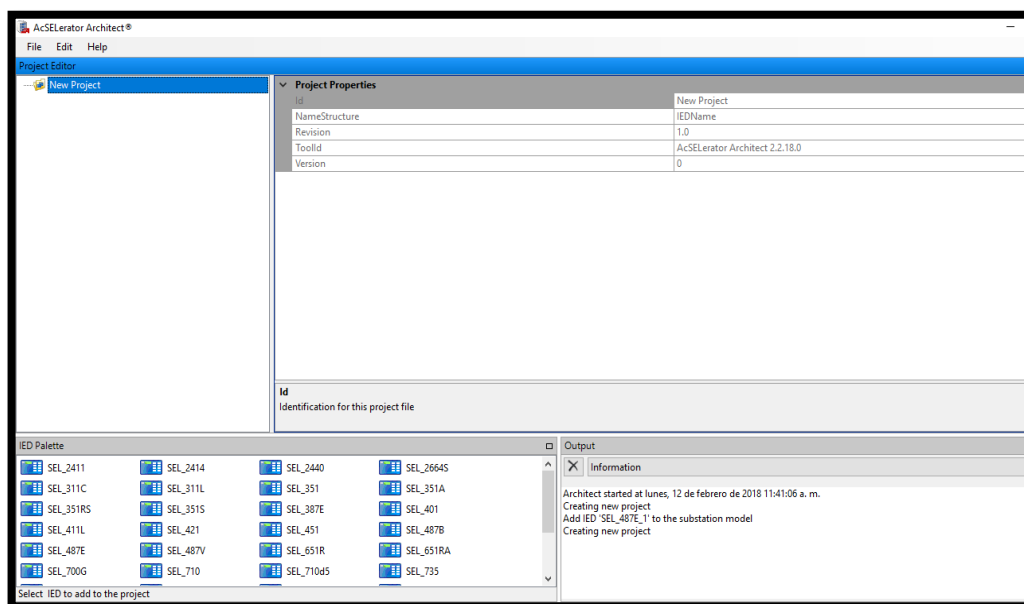


Figura 98. Ventana Software Architec

Fuente: (Autor)

Una vez que se tenga el programa abierto, se procede a crear un nuevo proyecto, le damos clic derecho en **Rename Project** y escribe el nombre que uno desee, en este caso sera de “Proyecto_Laboratorio”. Como se muestra en la figura 99.

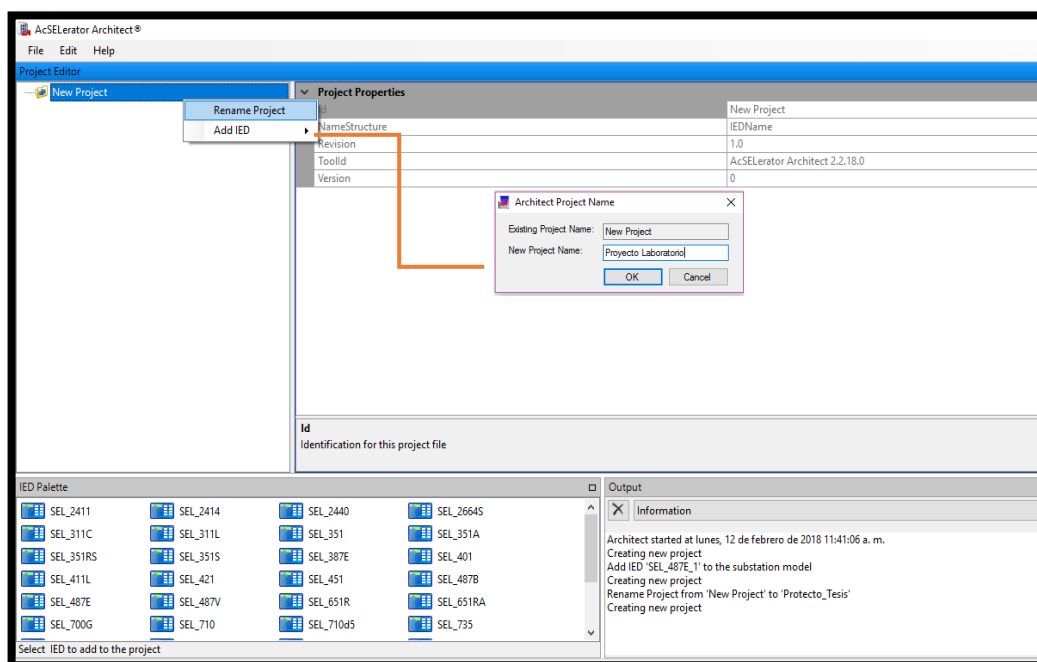


Figura 99. Ventana Crear New Project

Fuente: (Autor)

Luego buscar el archivo. CID y lo arrastrar, al nuevo proyecto que ya se ha descargado, y se encuentra en la parte inferior, donde están todos los demás IEDs, solo se lo arrastra como se muestra en la figura 100.

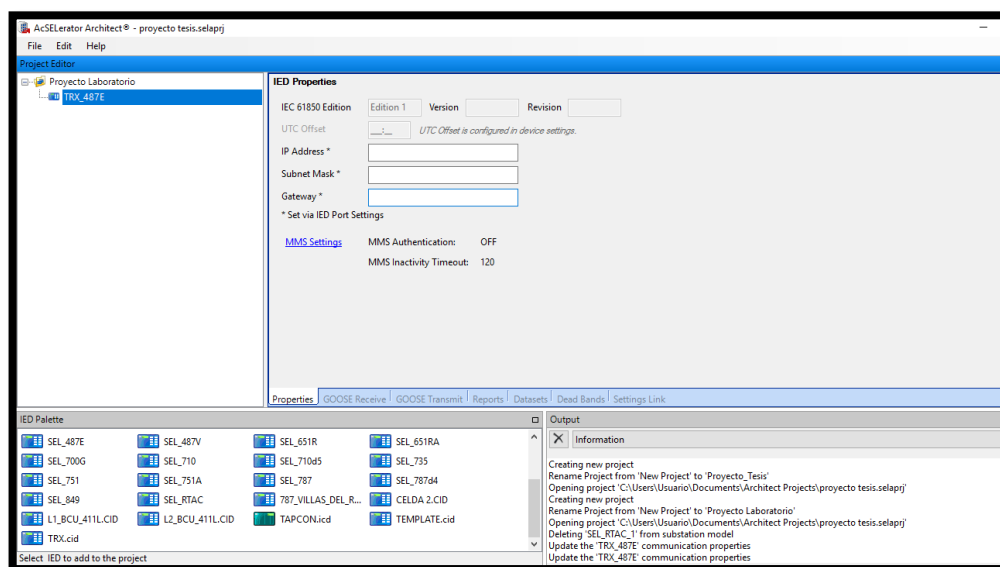


Figura 100. Ventana Architec con el IED TRX.

Fuente: (Autor)

Al momento de seleccionar un relé que se encuentra en los templates, si no se ha descargado el CID, se puede agregar los equipos solo con la versión de firmware que posee, el cual se encuentra en el datasheet del equipo, como se muestra en la figura 101.

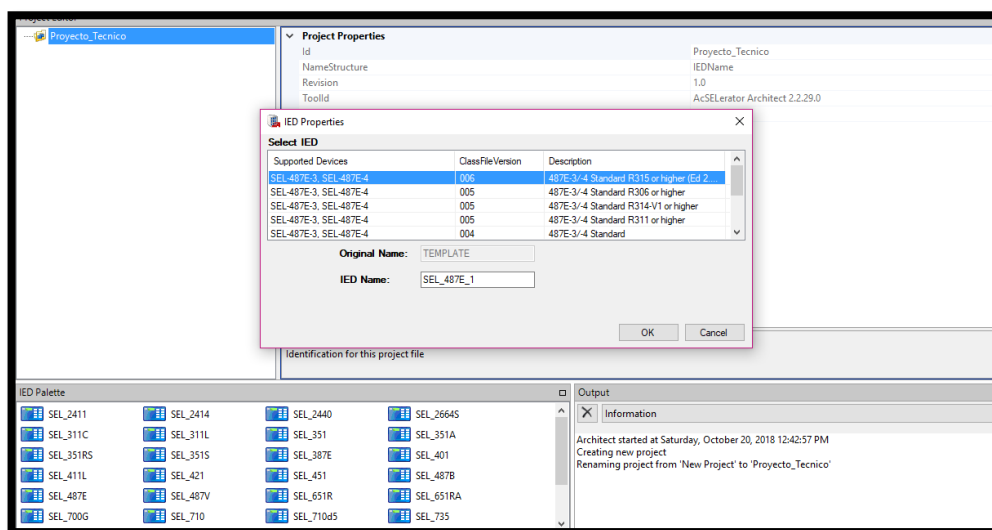
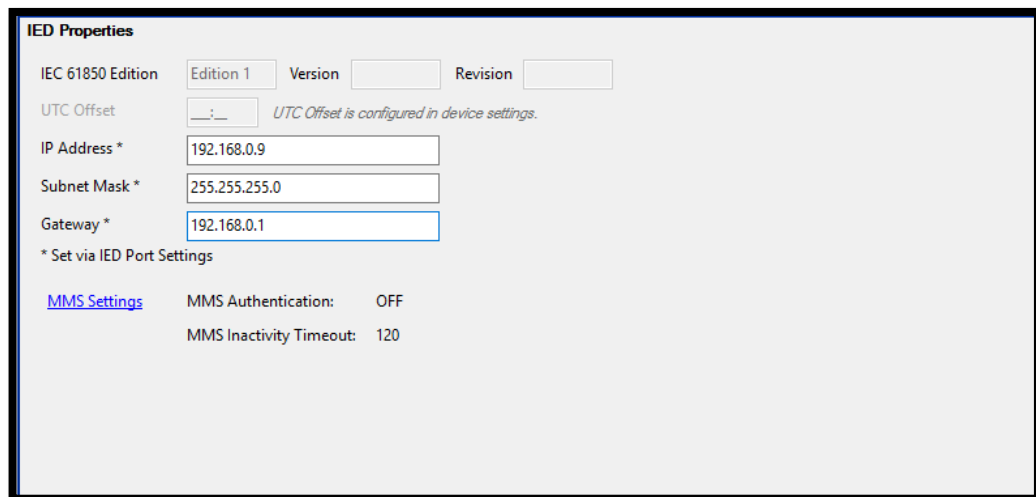


Figura 101. Ventana Architec seleccionar firmware

Fuente: (Autor)

Ubicamos las direcciones IP que va a tener el IED 487E: (ver figura 102).

- **Dirección IP:** 192.168.0.9
- **Mascara de Subred:** 255.255.255.0
- **Gateway:** 192.168.0.1



The screenshot shows the 'IED Properties' window. It contains several input fields and settings:

- IEC 61850 Edition:** Edition 1, Version, Revision
- UTC Offset:** A dropdown menu with the text 'UTC Offset is configured in device settings.'
- IP Address *:** 192.168.0.9
- Subnet Mask *:** 255.255.255.0
- Gateway *:** 192.168.0.1
- * Set via IED Port Settings**
- MMS Settings:** MMS Authentication: OFF, MMS Inactivity Timeout: 120

Figura 102. Ubicación de las direcciones IP del IED

Fuente: (Autor)

Se crea los siguientes datasets:

- 3 Buffered (entradas, salidas, alarmas, disparos)
- 1 Unbuffered (analógicas)

En la figura 103, se observa los datasets creados en el Architec y en la figura 104, los reports creados a continuación, se realiza en mapeo de las señales.

Dentro de cada reports se encuentra los datasets con sus respectivos nodos logicos en el estándar IEC61850, como se observa en la figura 103 y 104.

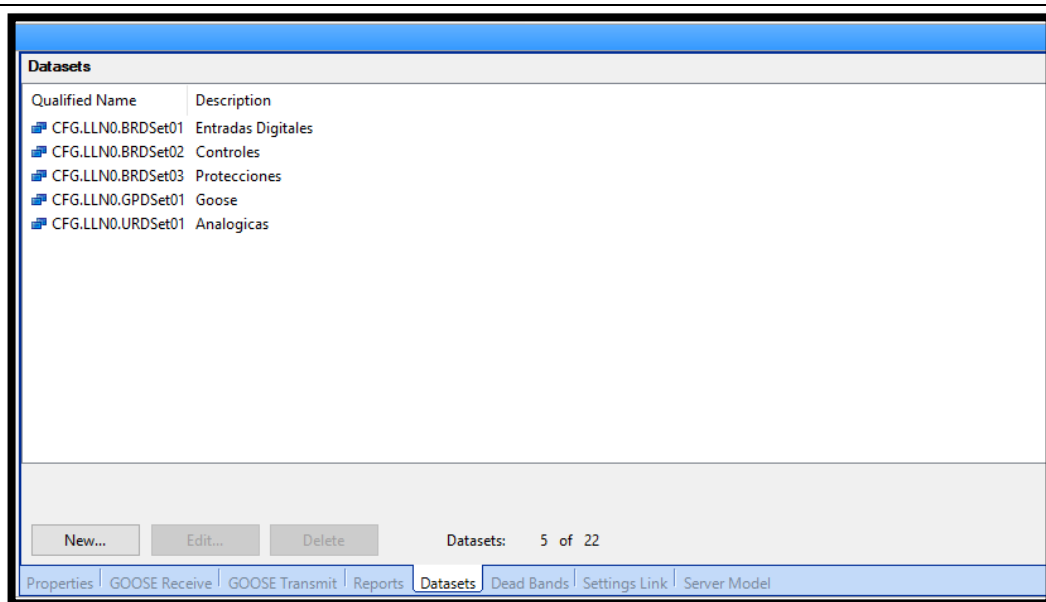


Figura 103. Datasets Creados

Fuente: (Autor)

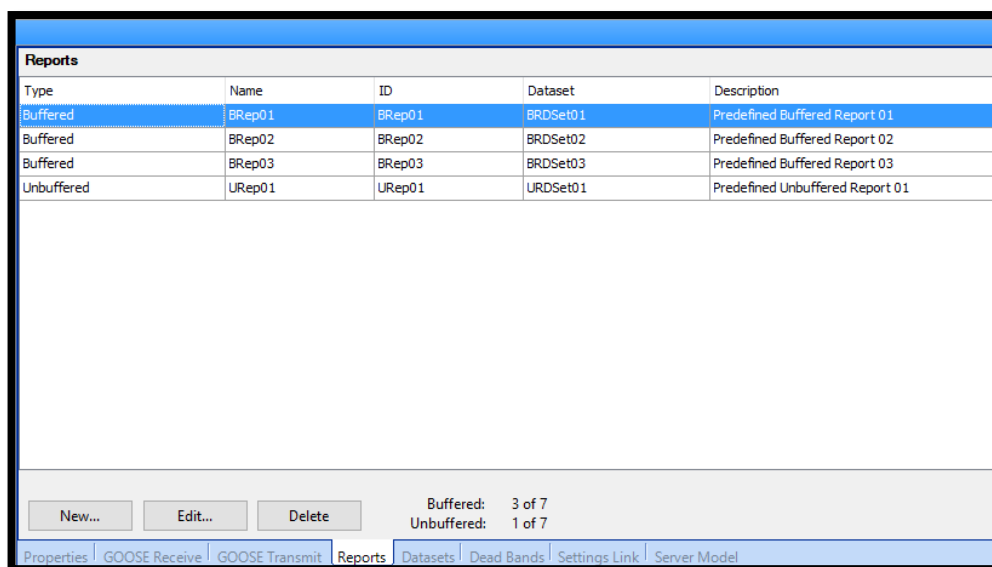


Figura 104. Reportes Creados

Fuente: (Autor)

Para el mapeo de señales se requiere el manual del equipo ya que se requiere los nodos lógicos de los worbits de las entradas y las señales analógicas, como se muestra en la figura 105.

Table 17.10 Logical Device: ANN (Annunciation) (Sheet 5 of 11)			
Logical Node	Attribute	Data Source	Comment
ETHGGIO1	Ind01.stVal	P5ASEL	Port 5A active/inactive
ETHGGIO1	Ind02.stVal	LINK5A	Link status of port 5A connection
ETHGGIO1	Ind03.stVal	P5BSEL	Port 5B active/inactive
ETHGGIO1	Ind04.stVal	LINK5B	Link status of port 5B connection
ETHGGIO1	Ind05.stVal	P5CSEL	Port 5C active/inactive
ETHGGIO1	Ind06.stVal	LINK5C	Link status of port 5C connection
ETHGGIO1	Ind07.stVal	P5DSEL	Port 5D active/inactive
ETHGGIO1	Ind08.stVal	LINK5D	Link status of port 5D connection
ETHGGIO1	Ind09.stVal	LNKFAIL	Link status of the active port
IN1GGIO14 ^b	Ind01.stVal	IN101	Main Board Input 1
IN1GGIO14 ^b	Ind02.stVal	IN102	Main Board Input 2
IN1GGIO14 ^b	Ind03.stVal	IN103	Main Board Input 3
IN1GGIO14 ^b	Ind04.stVal	IN104	Main Board Input 4
IN1GGIO14 ^b	Ind05.stVal	IN105	Main Board Input 5
IN1GGIO14 ^b	Ind06.stVal	IN106	Main Board Input 6
IN1GGIO14 ^b	Ind07.stVal	IN107	Main Board Input 7

Figura 105. Nodos Lógicos Entrada del IED 487E

Fuente: (Autor)

En la figura 106, se encuentra el nodo logico de los worbits de los controles, que se utilizan para operar remotamente los equipos de patio y en el resto del manual se pueden encontrar todo lo que se requiera.

Table 10.23 Logical Device: PRO (Protection) (Sheet 1 of 12)			
Logical Node	Attribute	Data Source	Comment
Functional Constraint = CO			
DC1CSWI6	Pos.Oper.ctlVal	89CC01:89OC01	ASCII Close/Open Disconnect 1 command
DC2CSWI7	Pos.Oper.ctlVal	89CC02:89OC02	ASCII Close/Open Disconnect 2 command
DC3CSWI8	Pos.Oper.ctlVal	89CC03:89OC03	ASCII Close/Open Disconnect 3 command
DC4CSWI9	Pos.Oper.ctlVal	89CC04:89OC04	ASCII Close/Open Disconnect 4 command
DC5CSWI10	Pos.Oper.ctlVal	89CC05:89OC05	ASCII Close/Open Disconnect 5 command
DC6CSWI11	Pos.Oper.ctlVal	89CC06:89OC06	ASCII Close/Open Disconnect 6 command
DC7CSWI12	Pos.Oper.ctlVal	89CC07:89OC07	ASCII Close/Open Disconnect 7 command
DC8CSWI13	Pos.Oper.ctlVal	89CC08:89OC08	ASCII Close/Open Disconnect 8 command
DC9CSWI14	Pos.Oper.ctlVal	89CC09:89OC09	ASCII Close/Open Disconnect 9 command
DC10CSWI15	Pos.Oper.ctlVal	89CC10:89OC10	ASCII Close/Open Disconnect 10 command
DC11CSWI16	Pos.Oper.ctlVal	89CC11:89OC11	ASCII Close/Open Disconnect 11 command
DC12CSWI17	Pos.Oper.ctlVal	89CC12:89OC12	ASCII Close/Open Disconnect 12 command

Figura 106. Nodos Lógicos Entrada del IED 487E

Fuente: (Autor)

A continuacion se detalla el mapeo del dataset de las señales digitales como se muestra en la figura 107.

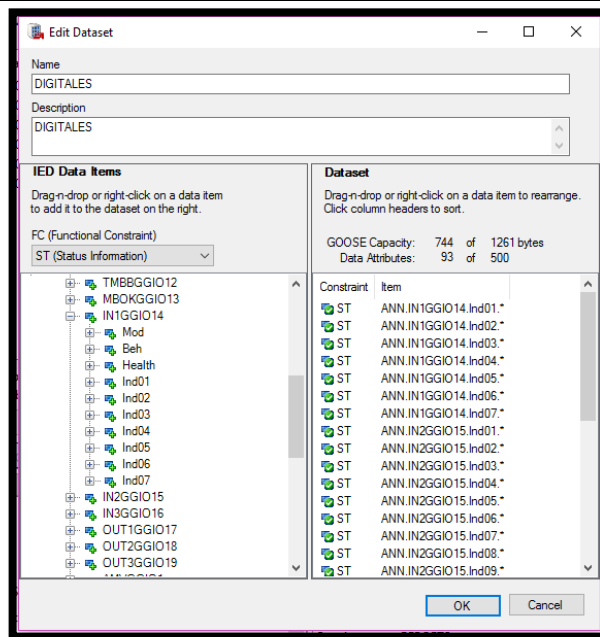


Figura 107. Datasets Entradas Digitales

Fuente: (Autor)

Mapeo del dataset de control, cabe recalcar que se utiliza nodos de control de los, que se observan en el manual, como se muestra en la figura 108.

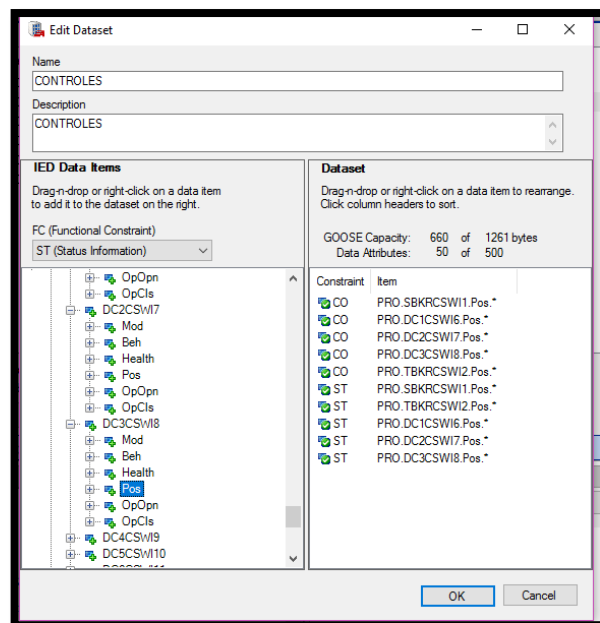


Figura 108. Datasets Salidas Digitales

Fuente: (Autor)

Una vez culminado esta parte, lo siguiente es enviar el archivo CID, hacia el IED 487E. Se ubica la direccion IP del equipo, como se muestra en la figura 109.

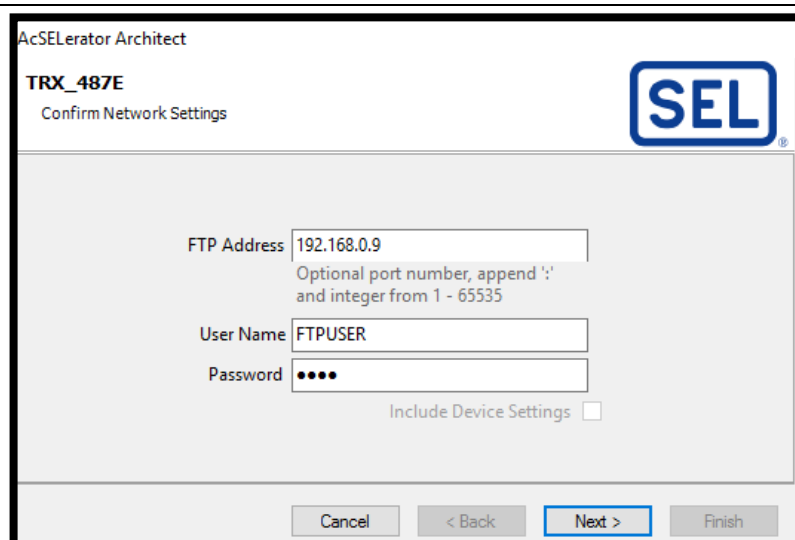


Figura 109. Enviar archivo CID hacia el IED

Fuente: (Autor)

Para finalizar, en cualquier proyecto en el cual se trabaje adicional de los IED, a utilizar se requiere agregar el IED RTAC como se muestra en la figura 110.

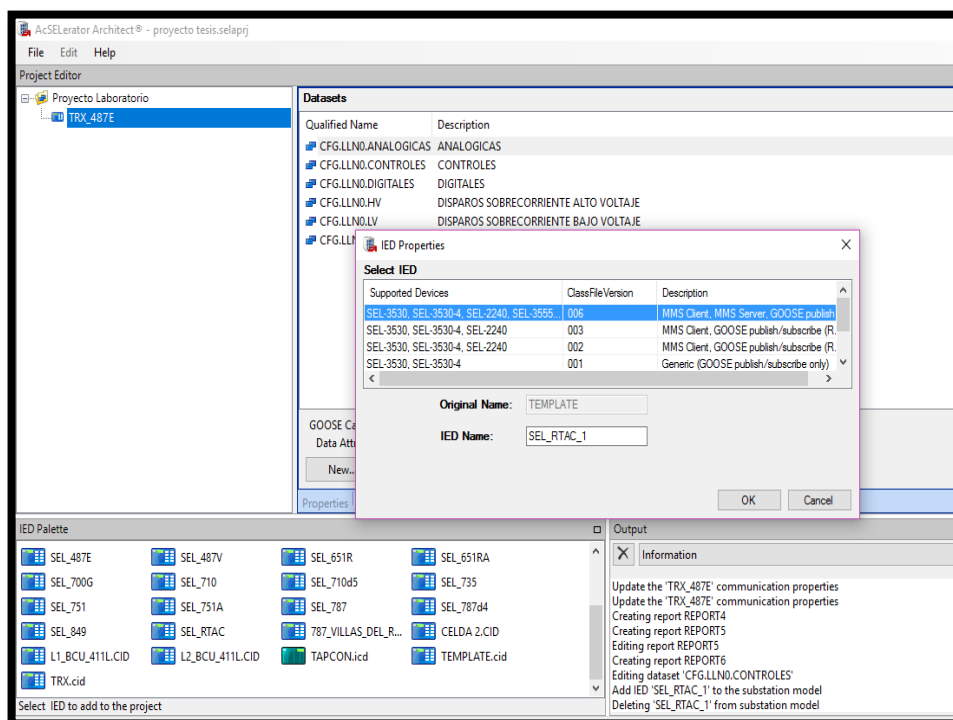


Figura 110. Agregar RTAC en el Architec

Fuente: (Autor)

De igual manera se ubica la dirección IP para que el equipo esté dentro de la misma red, y no existe algún inconveniente con la RTAC al momento de la configuración como se muestra en la figura 111.

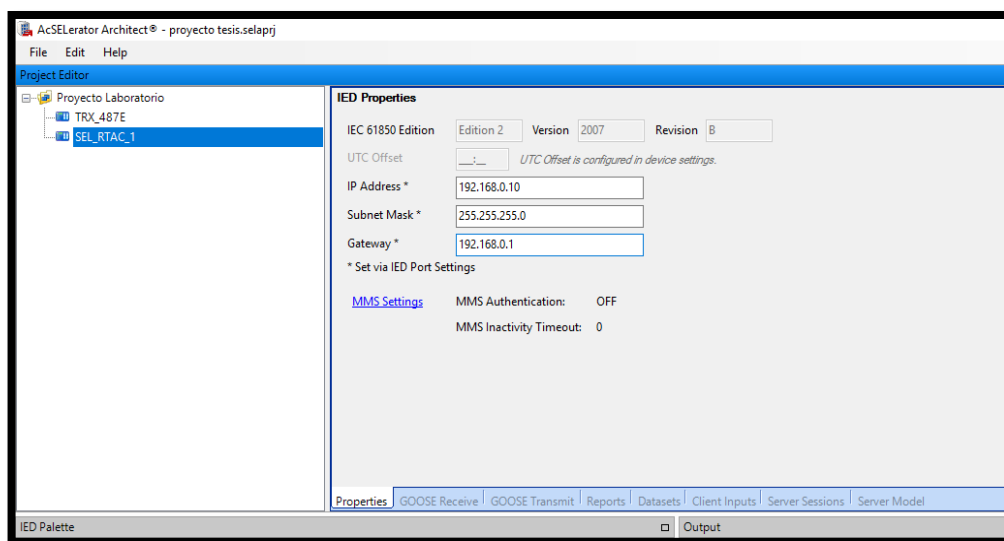


Figura 111. Configuración de la Red del RTAC.

Fuente: (Autor)

Por último dentro del SEL_RTAC, en la pestaña **Clients** se envían los datasets y los reports del IED 487E, hacia las entradas en SEL_RTAC. Esto se realiza con todos los equipos que se tengan en el proyecto y que van a integrar en el Software RTAC, como se muestra en la figura 112.

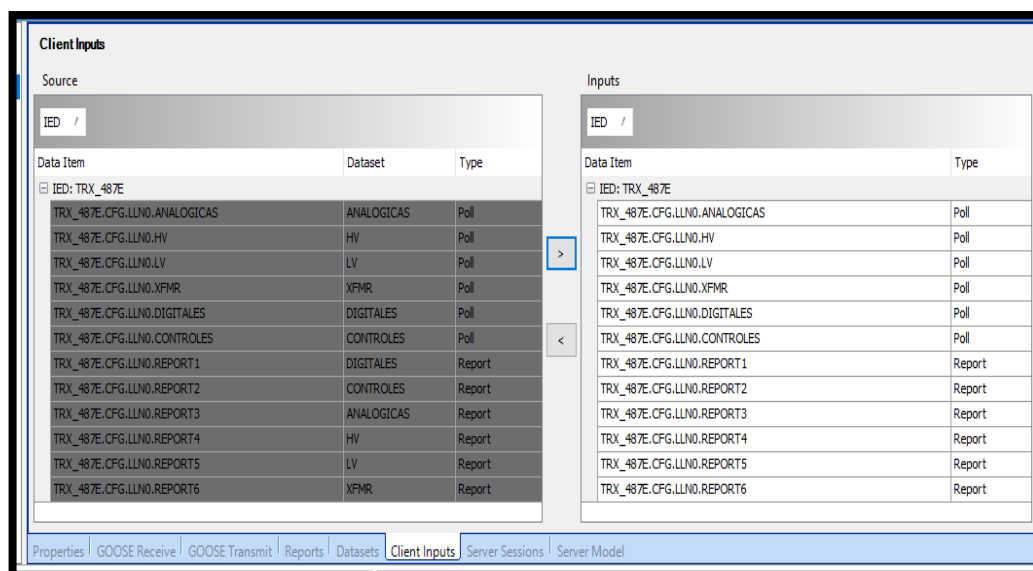


Figura 112. Envío de datasets y reports hacia SEL_RTAC

Fuente: (Autor)

Finalmente se guardan los cambios y tenemos listo el Architec, como se muestra en la figura 113.

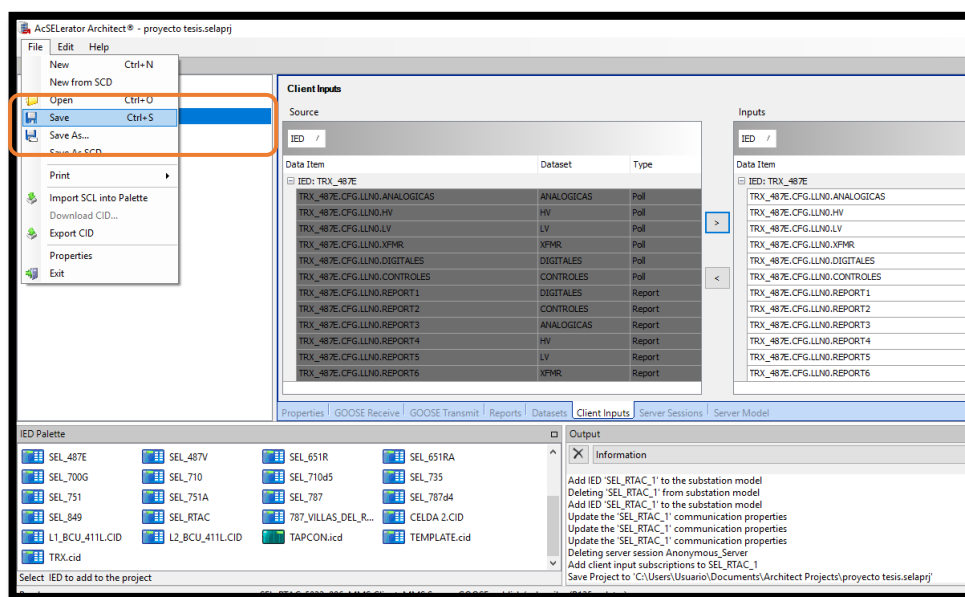


Figura 113. Ventana Guardar Architec

Fuente: (Autor)

8. CONCLUSIONES



En este espacio el estudiante emite las conclusiones del caso referente a cada práctica, comparando los resultados obtenidos en relación a lo esperado de forma teórica.

9. RECOMENDACIONES

En este espacio el estudiante realiza las recomendaciones del caso para esta práctica de acuerdo a su experiencia mantenida en la misma.

- Antes de empezar cualquier configuración es necesario verificar que las conexiones externas estén bien realizadas esto con respecto al cableado estructurado.
- El procedimiento para el mapeo de las protecciones o señales analógicas es el mismo, lo primero es realizar el listado de señales para seguir un orden, luego buscamos los nodos lógicos en el manual del IED, y lo buscamos en la edición del dataset, y guardamos los cambios, para después enviar el archivo CID hacia el IED.

4.4 PRÁCTICA #4:

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
	TÍTULO DE PRÁCTICA: Integración de Señales mediante el protocolo 61850.
1.- <u>OBJETIVO GENERAL.</u>	
Implementar los conocimientos teóricos dados en la vida universitaria, mediante el uso de los módulos, configurando los señales que se requiera por medio del protocolo IEC61850.	
2.- <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</u>	
<ul style="list-style-type: none">• Aprender a utilizar el software Acselelator Rtac.• Configurar el mapeo de las señales a utilizar.	
3.- <u>MARCO TEÓRICO.</u>	
Para la implementación de la práctica se requiere conocer el funcionamiento de los equipos a utilizar.	
3.1 RTAC	
Es una concentrador de datos, el cual me permite realizar el control, automatización de un sistema scada, de las subestaciones eléctricas, equipo principal en el tablero de comunicación.	
Características.	
<ul style="list-style-type: none">• Voltaje de alimentación 125VDC/ 110VAC• Montaje tipo RACK• Posee 4 puertos seriales• Configuración Tipo Web Browser• Software de configuración Acselelator RTAC.	



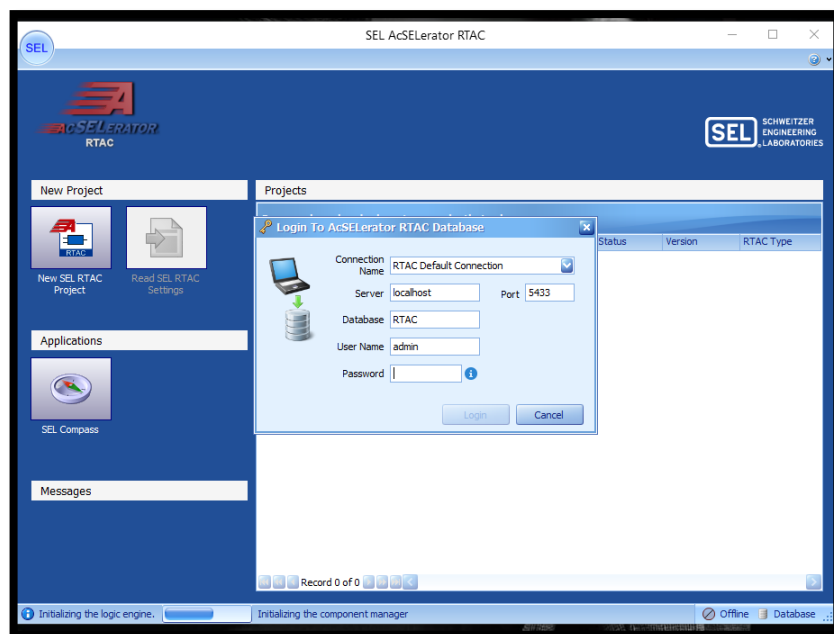
RTAC 3530-4

Fuente: (Autor)

3.2 SOFTWARE ACSELERATOR RTAC

Este software permite configurar el controlador de automatización en tiempo real (RTAC), dentro del cual, se configura el sistema scada, por ejemplo, los comandos, estados, corrientes de una subestación eléctrica.

Los softwares de instalacion se los descarga de la misma pagina de SEL, los pasos de detallan en el segundo capitulo.



Software RTAC

Fuente: (Autor)

4.- INSTRUCCIONES.

Para desarrollar la practica tener en cuenta lo siguiente.

- Revisar las conexiones de control.
- Tener claro la teoria y el objetivo principal de la práctica.
- Tener energizados los tableros a utilizar 125VDC.
- Conectar la computadora al switch para estar dentro de la misma red.
- Realizar las configuraciones según lo indicado.



Tablero de Control Energizado

Fuente: (Autor)



Tablero de Comunicaciones Energizado

Fuente: (Autor)

5.- DESARROLLO

Para realizar la integración de las señales que se encuentran dentro del listado, para la simulación del sistema scada.

Se requiere integrar las señales que se encuentran a continuación, que son las mismas las de la practica 1, ya que es para el mismo proyecto.

TABLERO	IED	EQUIPO	DESCRIPCION	WORDBIT	TAGS
TP01	487E	52H	Cierre Remoto Interruptor	OUT201	SEL_487E_52H_Con
TP01	487E	52H	Apertura Remoto Interruptor	OUT202	
TP01	487E	89A	Cierre Remoto Interruptor	OUT203	SEL_487E_89A_Con
TP01	487E	89A	Apertura Remoto Interruptor	OUT204	
TP01	487E	89B	Cierre Remoto	OUT205	SEL_487E_89B_Con
TP01	487E	89B	Cierre Remoto Interruptor	OUT206	
TP01	487E	89C	Cierre Remoto	OUT207	SEL_487E_89C_Con
TP01	487E	89C	Cierre Remoto Interruptor	OUT208	
TP01	487E	52X	Cierre Remoto	OUT209	SEL_487E_52X_Con
TP01	487E	52X	Cierre Remoto Interruptor	OUT210	

TABLERO	EQUIPO	EQUIPO		WORDBI	TAGS
TP01	487E	52H	Interruptor Estado Abierto	IN101	SEL_487E_52H_Abierto
TP01	487E	52H	Interruptor Estado Cerrado	IN102	SEL_487E_52H_Cerrado
TP01	487E	89A	Seccionador Estado Abierto	IN103	SEL_487E_89A_Abierto
TP01	487E	89A	Seccionador Estado Cerrado	IN104	SEL_487E_89A_Cerrado
TP01	487E	89B	Seccionador Estado Abierto	IN105	SEL_487E_89B_Abierto
TP01	487E	89B	Seccionador Estado Cerrado	IN201	SEL_487E_89B_Cerrado
TP01	487E	89C	Seccionador Estado Abierto	IN202	SEL_487E_89C_Abierto
TP01	487E	89C	Seccionador Estado Cerrado	IN203	SEL_487E_89C_Cerrado
TP01	487E	52X	Interruptor Estado Abierto	IN204	SEL_487E_52X_Abierto
TP01	487E	52X	Interruptor Estado Cerrado	IN205	SEL_487E_52X_Cerrado

Figura 114. Listado de Señales para la integración

Fuente: (Autor)

Se requiere que se ejecute, el software Acselelator RTAC, previo a esto se tiene que tener descargado la plantilla de la RTAC, luego se inserta el archivo que se generó en el Architec, dar clic en el icono que se muestra en la figura 115.

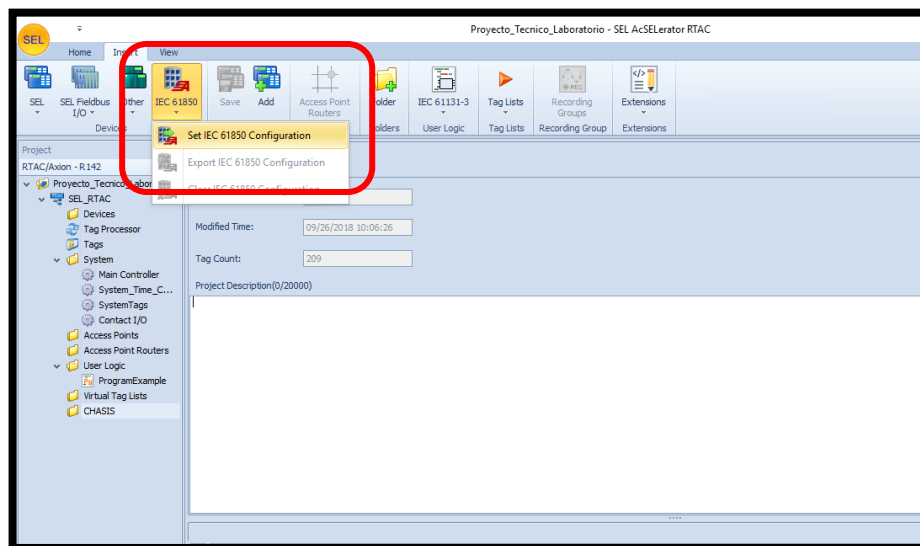


Figura 115. Ventana Insertar Architec

Fuente: (Autor)

En la figura 116, se observa el archivo ya insertado y dentro de él, se encuentra todo lo que se requiere para poder realizar el sistema scada.

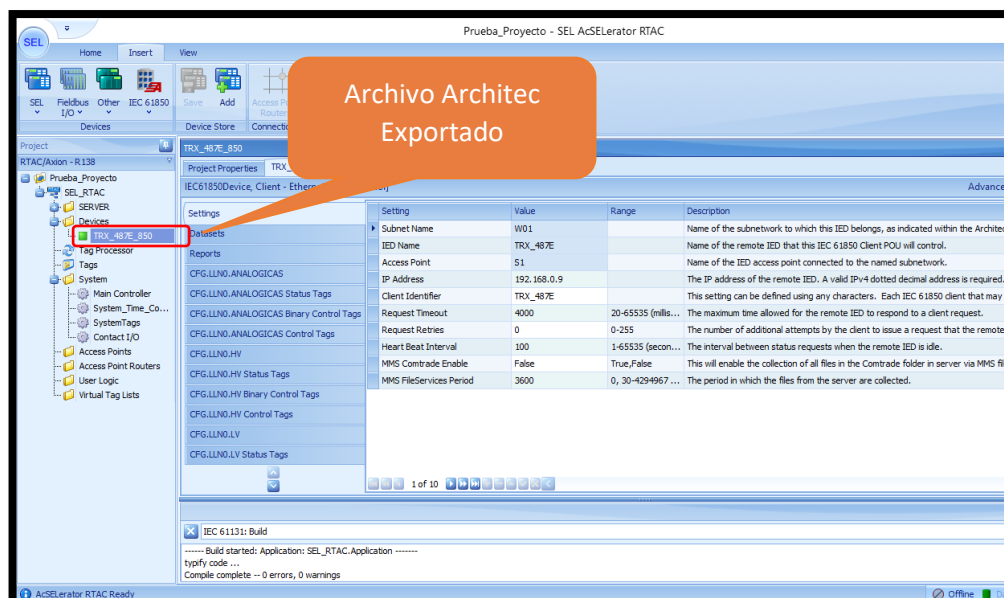


Figura 116. Architec Exportado en el RTAC

Fuente: (Autor)

A continuación, se requiere crear un mapa de señales tendrá el nombre de “MAPA_PRUEBA” como se muestra en la figura 117.

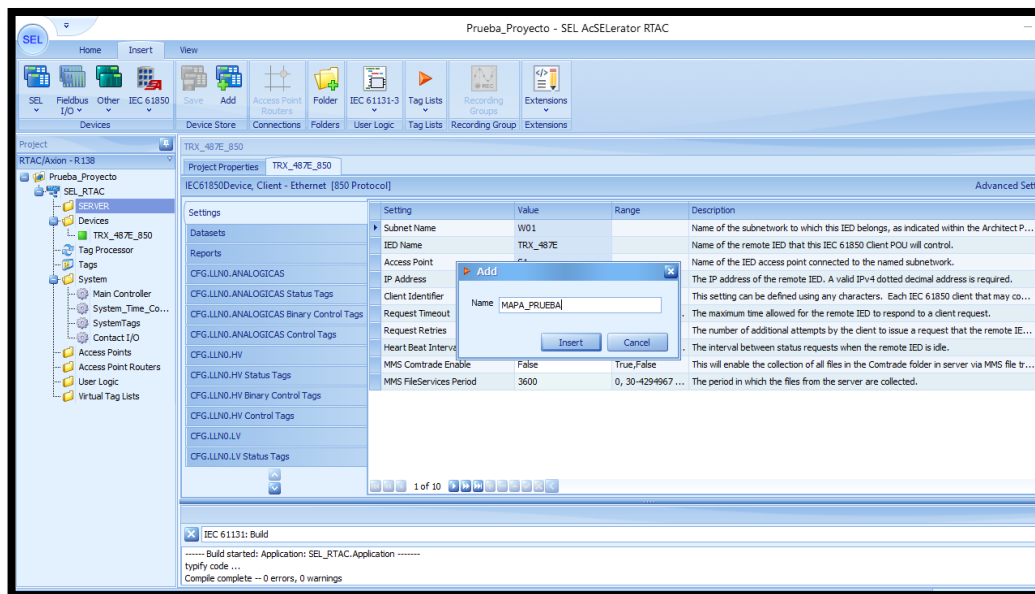


Figura 117. Creación Mapa 104

Fuente: (Autor)

Una vez creado el mapa, se crea una plantilla en la cual se agrega todas las señales, que pueden ser simples, para estados y protecciones; comandos dobles, para las operaciones del control remotamente; analógicas para las corrientes y voltajes que se encuentran en el tablero de control como se muestra en la figura 118.

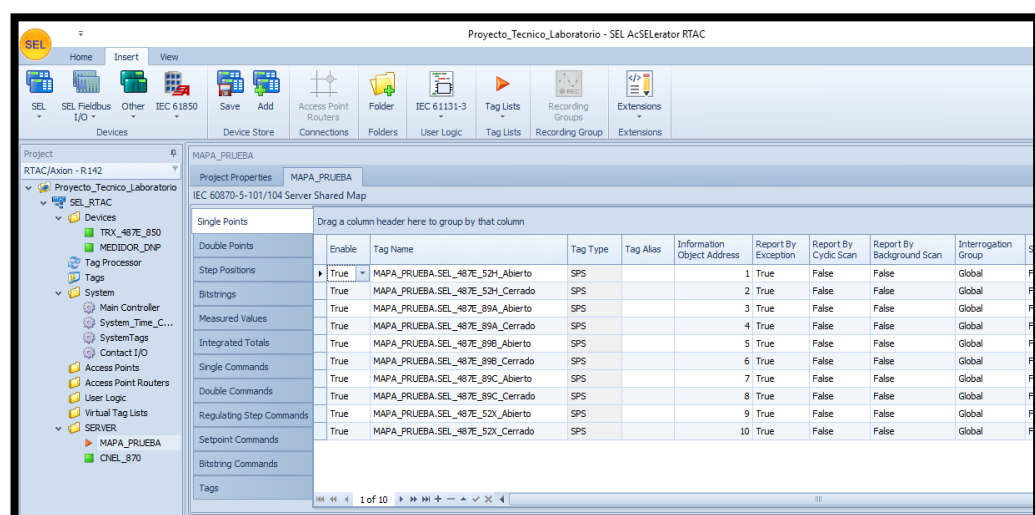


Figura 118. Creación de Señales Simples

Fuente: (Autor)

Project: RTAC/Axion - R.142

Project Properties: MAPA_PRUEBA

IEC 60870-5-101/104 Server Shared Map

Single Points	Enable	Tag Name	Tag Type	Tag Alias	Information Object Address	Status Information Object Address	Report By Exception	Report By Cyclic Scan	Report By Baseline
Double Points									
Step Positions	True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52H_Con	DPC		11				
Bitstrings		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52H_Con.status	DPS				0	False	False
		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52H_Con.operSet	operSPC						
Measured Values		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52H_Con.operClear	operSPC						
Integrated Totals	True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89A_Con	DPC		12				
Single Commands		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89A_Con.status	DPS				0	False	False
		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89A_Con.operSet	operSPC						
Double Commands		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89A_Con.operClear	operSPC						
Regulating Step Commands	True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89B_Con	DPC		13				
Setpoint Commands		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89B_Con.status	DPS				0	False	False
		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89B_Con.operSet	operSPC						
Bitstring Commands		MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89B_Con.operClear	operSPC						
Tags	True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89C_Con	DPC		14				

1 of 20

Fuente: (Autor)

The screenshot displays the RTAC/Axion - R.138 configuration interface. The left pane shows a tree view with the following structure:

- RTAC/Axion - R.138
 - Prueba_Proyecto
 - SEL_RTAC
 - SERVER
 - MAPA_PRUEBA
 - Devices
 - TRX_487E_850
 - Tag Processor (selected)
 - Tags
 - System
 - Main Controller
 - System_Time_Co...
 - SystemTags
 - Contact I/O
 - Access Points
 - Access Point Routers
 - User Logic
 - Virtual Tag Lists

The right pane shows the 'Tag Processor' configuration table. The table has the following columns: Build, Destination Tag Name, DT Data Type, Source Expression, SE Data Type, and Time. The table lists 16 entries for various tag names and their corresponding source expressions and data types.

Build	Destination Tag Name	DT Data Type	Source Expression	SE Data Type	Time
True					
True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52H_Pos	DPS	TRX_487E_850.PRO.SBKRCSW11.Pos.status	DPS	
True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89A_Pos	DPS	TRX_487E_850.PRO.DC1CSW16.Pos.status	DPS	
True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89B_Pos	DPS	TRX_487E_850.PRO.DC2CSW17.Pos.status	DPS	
True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89C_Pos	DPS	TRX_487E_850.PRO.DC3CSW18.Pos.status	DPS	
True	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52X_Pos	DPS	TRX_487E_850.PRO.TBKRCSW12.Pos.status	DPS	
True	TRX_487E_850.PRO.SBKRCSW11.Pos.operSet	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52H_Con.operSet	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.SBKRCSW11.Pos.operClear	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52H_Con.operClear	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.DC1CSW16.Pos.operSet	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89A_Con.operSet	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.DC1CSW16.Pos.operClear	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89A_Con.operClear	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.DC2CSW17.Pos.operSet	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89B_Con.operSet	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.DC2CSW17.Pos.operClear	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89B_Con.operClear	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.DC3CSW18.Pos.operSet	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89C_Con.operSet	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.DC3CSW18.Pos.operClear	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_89C_Con.operClear	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.TBKRCSW12.Pos.operSet	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52X_Con.operSet	OPERSPC	
True	TRX_487E_850.PRO.TBKRCSW12.Pos.operClear	OPERSPC	MAPA_PRUEBA.SEL_487E_52X_Con.operClear	OPERSPC	

Statement 32 of 42

Fuente: (Autor)

6. CONCLUSIONES



En este espacio el estudiante emite las conclusiones del caso referente a cada práctica, comparando los resultados obtenidos en relación a lo esperado de forma teórica.

7. RECOMENDACIONES

En este espacio el estudiante realiza las recomendaciones del caso para esta práctica de acuerdo a su experiencia mantenida en la misma.

- Antes de empezar cualquier configuración es necesario verificar que las conexiones externas estén bien realizadas esto con respecto al cableado estructurado.
- La integración se la realizo mediante el protocolo IEC61850, una vez que se haya cumplido con todos
- las practicas anteriores, se obtendrá el sistema scada de el modulo o tablero de pruebas.

4.5 PRÁCTICA #5

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
 SISELEC SISTEMAS ELÉCTRICOS S.A.	TÍTULO DE PRÁCTICA: Crear servidores para el Scada.
1.- <u>OBJETIVO GENERAL.</u>	
Implementar los conocimientos teóricos dados en la vida universitaria, mediante el uso de los módulos, configurando un servidor para el sistema scada a nivel 3.	
2.- <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</u>	
<ul style="list-style-type: none">• Aprender los diversos tipos de servidores que existe.• Seleccionar el tipo de servidor a utilizar.	
3.- <u>MARCO TEÓRICO.</u>	
<p>Para la implementación de la práctica se requiere, conocer el funcionamiento de los equipos a utilizar.</p> <p>3.1 RTAC</p> <p>Es una concentrador de datos, el cual me permite realizar el control, automatización de un sistema scada, de las subestacione electrica, equipo de comunicación principal en mi tablero de comunicación.</p> <p>Características.</p> <ul style="list-style-type: none">• Voltaje de alimentación 125VDC/ 110VAC• Montaje tipo RACK• Posee 4 puertos seriales• Configuración Tipo Web Browser• Software de configuración AcSELerator RTAC.	



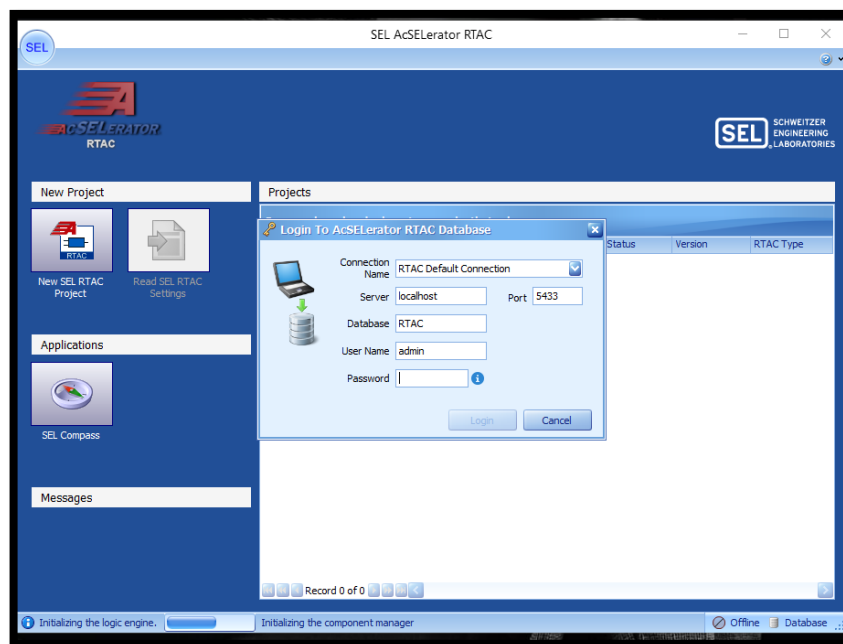
RTAC 3530-4

Fuente: (Autor)

3.2 SOFTWARE AcSELerator RTAC

Este Software permite configurar el controlador de automatización en tiempo real (RTAC), dentro del cual, se configura el sistema scada, por ejemplo, los comandos, estados, corrientes de una subestación eléctrica.

Los softwares de instalación se los descarga de la misma pagina de SEL, los pasos de detallan en el segundo capitulo.



RTAC 3530-4

Fuente: (Autor)

4.- INSTRUCCIONES.

Para desarrollar la practica tener en cuenta lo siguiente.

- Revisar las conexiones de control.
- Tener claro la teoria y el objetivo principal de la práctica.
- Tener energizados los tableros a utilizar 125VDC.
- Conectar la computadora al switch para estar dentro de la misma red.
- Realizar las configuraciones según lo indicado.



Tablero de Control Energizado

Fuente: (Autor)



Tablero de comunicación Energizado

Fuente: (Autor)

5.- DESCRIPCIÓN

Integrar las señales que se encuentran a continuación, que son las mismas las de la practica 1, ya que es para el mismo proyecto.

El procedimiento empieza, se elije el protocolo de comunicación por el cual se va a enviar los datos hacia el centro de control SCADA, en este ejemplo van a escoger servidor 104, como se muestra en la figura 121.

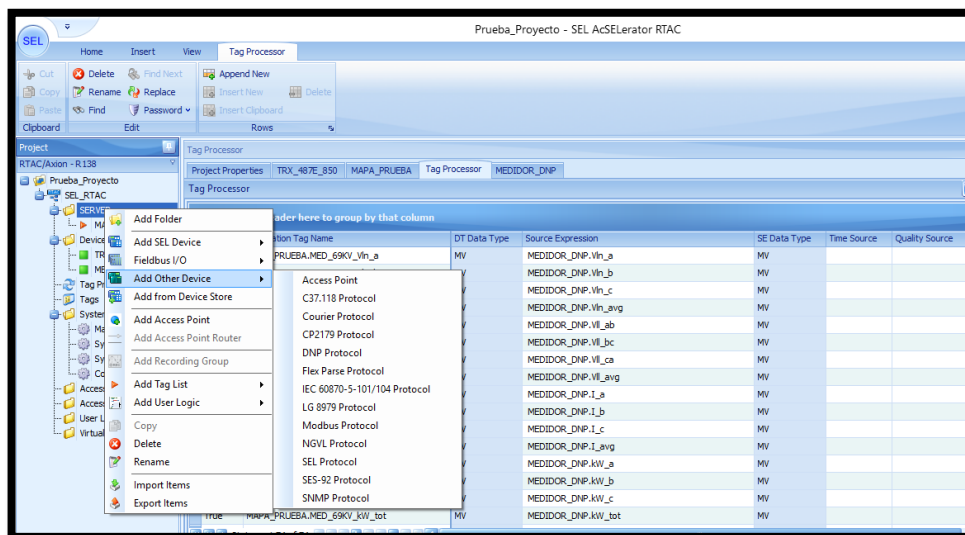


Figura 121. Crear Servidor 104

Fuente: (Autor)

En el tipo de conexión la opción Server-Ethernet, este servidor es utilizado para el control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), además de almacenar los datos que recibe en las tags (nombre de las señales), ayuda a integrar todas las comunicaciones a través de redes Ethernet, como se muestra en la figura 122.

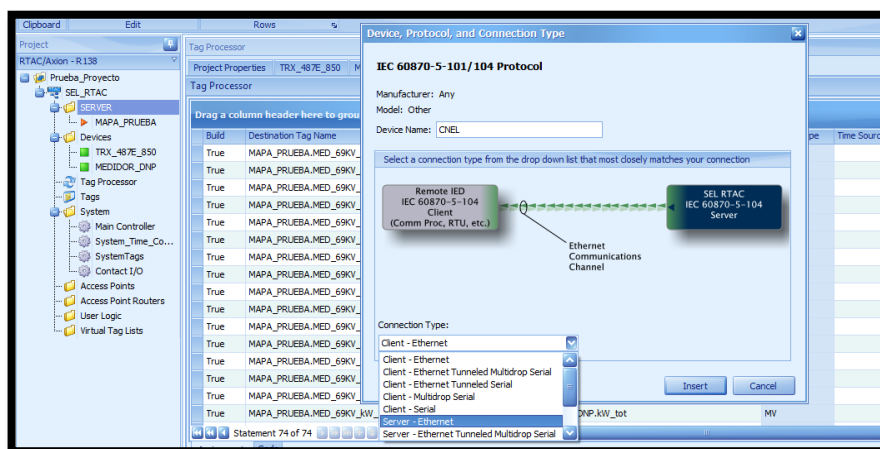


Figura 122. Agregar un Servidor 104

Fuente: (Autor)

Este servidor admite comando de recepción (en la dirección de control) y respuestas de transmisión (con respecto al monitoreo) permitiendo así la interoperabilidad entre los equipos que se encuentran en una subestación eléctrica.

En la pestaña **Configuración** contiene los parámetros de comunicación que se necesita configurar para realizar la comunicación, como se muestra en la figura 123.

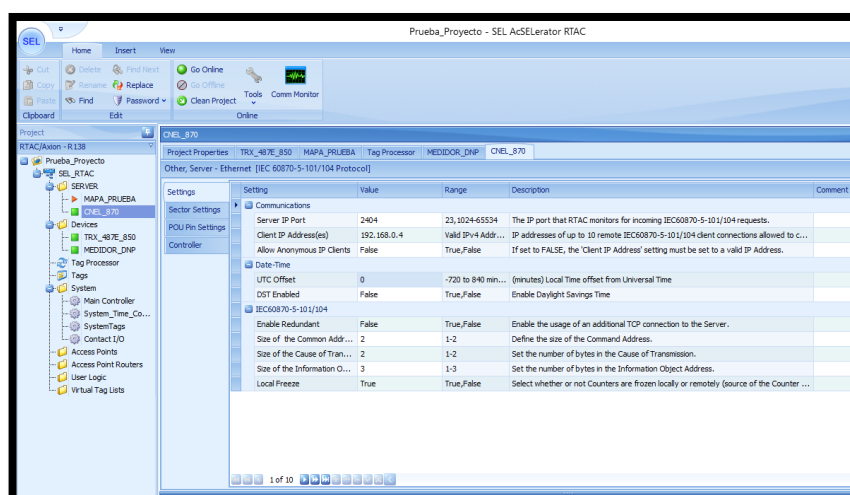


Figura 123. Parámetros de Configuración 104

Fuente: (Autor)

En la pestaña Sector Setting, se configura, la dirección a la que va a reportar el servidor en nivel 3, puede reportar hasta un máximo de ocho sectores en un servidor, El nombre puede ser configurable, y tener una dirección en común., como se muestra en la figura 124.

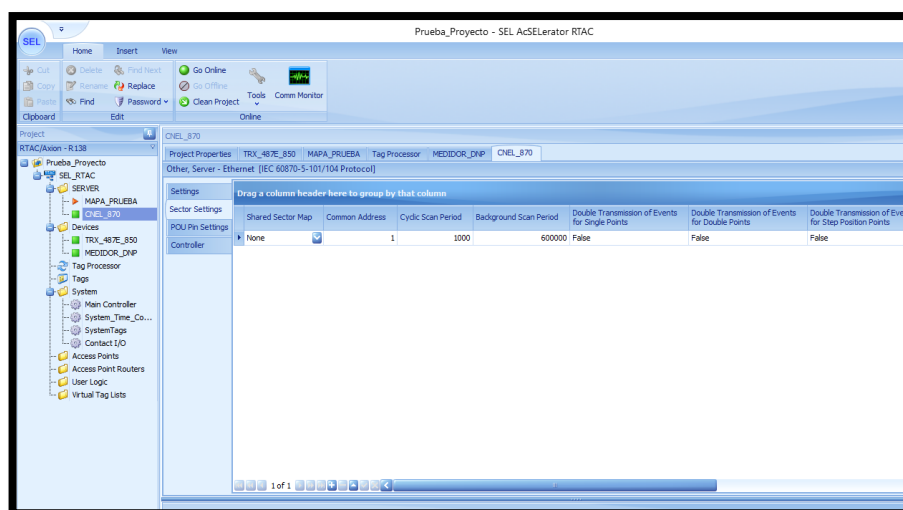


Figura 124. Configuración de Comunicación del Servidor 104.

Fuente: (Autor)

6. CONCLUSIONES



En este espacio el estudiante emite las conclusiones del caso referente a cada práctica, comparando los resultados obtenidos en relación a lo esperado de forma teórica.

7. RECOMENDACIONES

En este espacio el estudiante realiza las recomendaciones del caso para esta práctica de acuerdo a su experiencia mantenida en la misma.

- Antes de empezar cualquier configuración es necesario verificar que las conexiones externas estén bien realizadas esto con respecto al cableado estructurado.
- Tener en cuenta los parámetros de comunicación de los servidores ya que estos nos permiten la comunicación con el centro de control.

4.6 PRÁCTICA #6:

	GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
	TÍTULO DE PRÁCTICA: Pruebas de Scada y simulación de fallas.
1.- <u>OBJETIVO GENERAL.</u>	
Implementar los conocimientos teóricos dados en la vida universitaria, mediante el uso de los módulos verificando las señales que han sido integradas que se pueda ver desde el scada local a nivel 2.	
2.- <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</u>	
<ul style="list-style-type: none">• Tener claro la teoría y el objetivo principal de la práctica.• Revisar las conexiones de control.• Tener los tableros energizados.• Configurar los equipos según las indicaciones.• Revisar los resultados de la practica .	
3.- <u>MARCO TEÓRICO.</u>	
<p>Para la implementación de la práctica se requiere, conocer el funcionamiento de los equipos a utilizar.</p> <p>3.1 RELÉ DE PROTECCIÓN 487E</p> <p>Este IED es el encargado de recibir todas las señales de estados y comandos del tablero de control, además de las señales analógicas de corriente.</p> <p>Algunas características que se destacan son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Voltaje de alimentación 125VDC.• Entradas digitales a 125VDC.• Salidas digitales que funcionan para realizar los comandos de control.• Posee 5 tarjetas de corriente a 5A.• Puerto de Comunicación Ethernet.• Protocolo de Comunicación IEC61850.• Software de configuración Acseleator Quickset.	



Fuente: (Autor)

3.2 RTAC

Es una concentrador de datos, el cual me permite realizar el control, automatización de un sistema scada, de las subestación eléctrica, equipo de comunicación principal en el tablero de comunicación.

Características.

- Voltaje de alimentación 125VDC/ 110VAC
- Montaje tipo RACK
- Posee 4 puertos seriales
- Configuración Tipo Web Browser
- Software de configuración Acseclerator RTAC.



Fuente: (Autor)

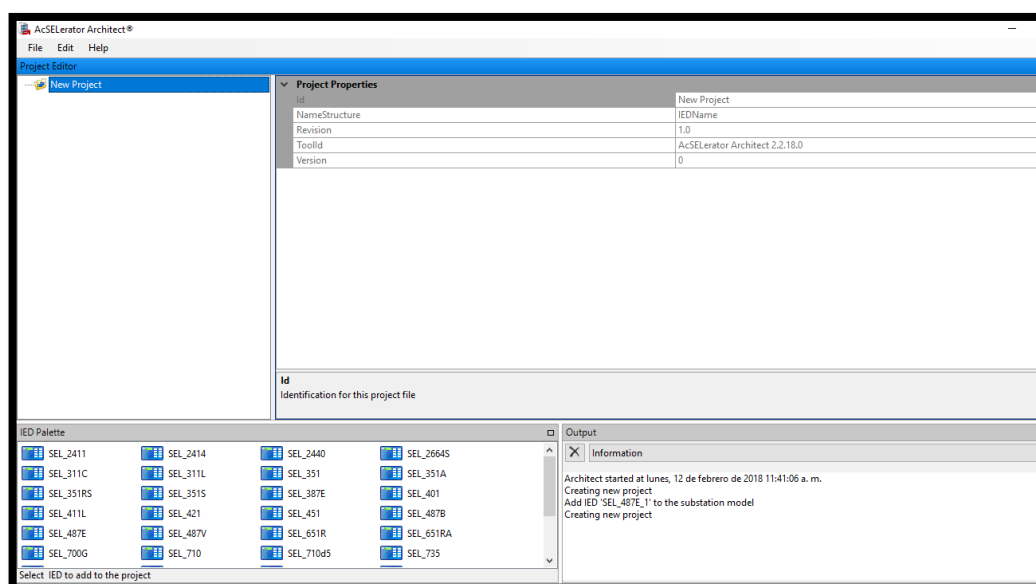
3.3 SOFTWARE ACSELERATOR ARCHITEC

Este Software agiliza la configuración y la documentación del control IEC 61850.

Este permite enviar los nodos lógicos al concentrador de datos.

Características.

- Configura los IEDs SEL del proyecto en la subestación eléctrica.
- Crea y edita los Data Sets.
- Lee todo archivo de configuración (SCD, ICD, CID).
- Crea ficheros CID.



Fuente: (Autor)

3.4 SOFTWARE ACSELERATOR QUICKSET

Este Software permite configurar y poner en marcha todos los relés de protección de la familia SEL de una manera fácil y sencilla, el control, monitoreo y corrientes. Además de sistemas de protección.

Características.

- Permite una configuración de una manera sencilla con lógicas.
- Dentro del Software existen plantillas para una configuración consistente.
- Depende del modelo se puede configurar las pantallas

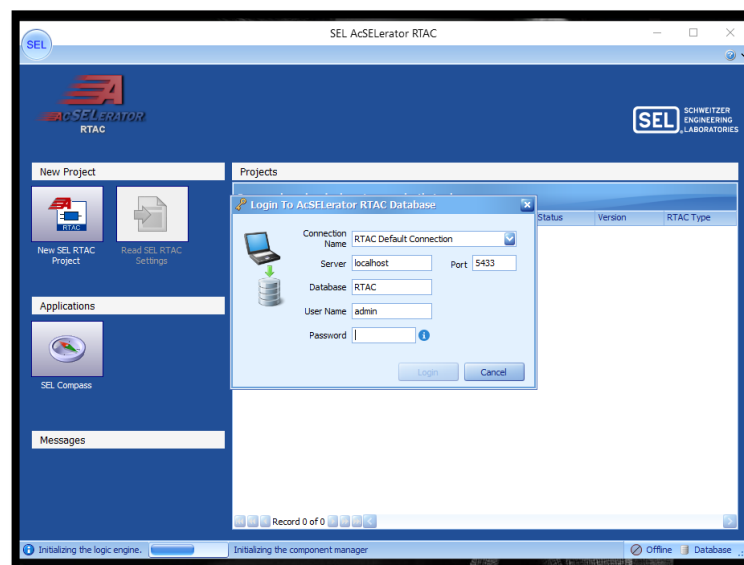


Fuente: (Autor)

3.5 SOFTWARE ACSELERATOR RTAC

Este Software permite configurar el controlador de automatización en tiempo real (RTAC), dentro del cual, se configura el sistema scada, por ejemplo, los comandos, estados, corrientes de una subestación eléctrica.

Los softwares de instalacion se los descarga de la misma pagina de SEL, los pasos de detallan en el segundo capitulo.



Fuente: (Autor)

3.5 SELECTORES

Son elementos que permiten generar que se abra o cierre un circuito por medio de un pulso. Existen varios tipos de selectores

- Selectores 2 Posiciones.
- Selectores de 3 Posiciones.
- Selectores de 4 Posiciones



Fuente: (Autor)

3.6 LUCES PILOTO.

Las luces piloto son elementos de señalización, que nos indican cuando si existe un cambio de estado en algún circuito.

Existen varios tipos:

- Luz piloto verde (marcha, operatividad).
- Luz piloto rojo (paro, falla).



Fuente: (Autor)

4.- INSTRUCCIONES.

Para desarrollar la practica tener en cuenta lo siguiente.

- Revisar las conexiones de control.
- Tener claro la teoria y el objetivo principal de la práctica.
- Tener energizados los tableros a utilizar 125VDC.
- Conectar la computadora al switch para estar dentro de la misma red.
- Realizar las configuraciones según lo indicado.



Tablero de Control Energizado

Fuente: (Autor)



Tablero de Comunicaciones Energizado

Fuente: (Autor)

5.- DESARROLLO

Realizar las operaciones de comandos y visualización de estados del tablero de Control, del cual se toman todas las señales. Para poder operar los equipos desde el Scada Local, lo primero es ingresar al RTAC, como se muestra en la figura 136.

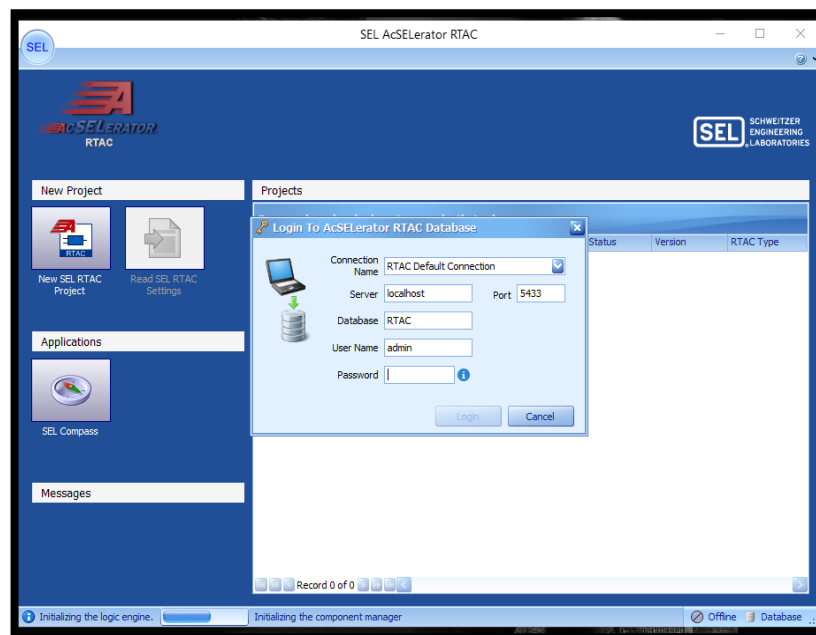
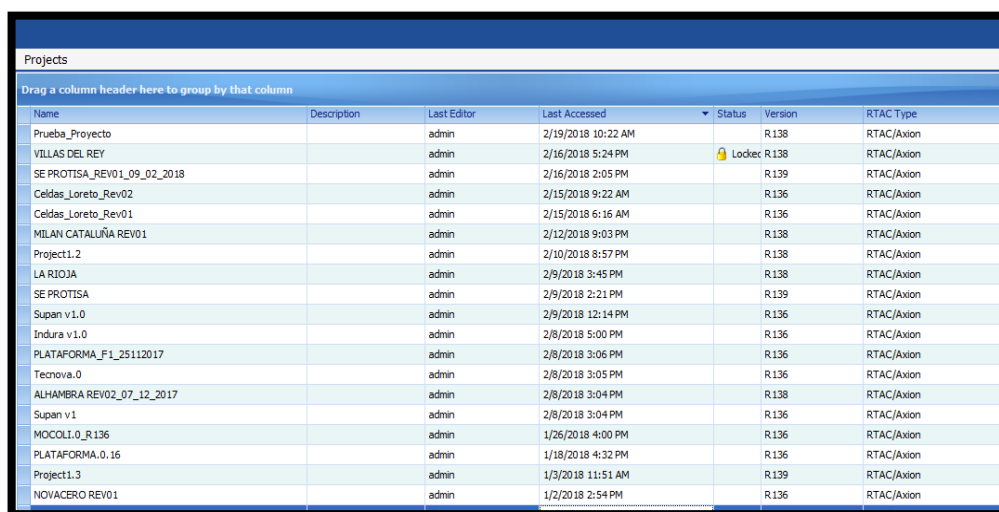


Figura 125. Ventana Software RTAC

Fuente: (Autor)

Para operar los equipos desde el Scada Local, lo primero es ingresar al RTAC, como se muestra en la figura 126.

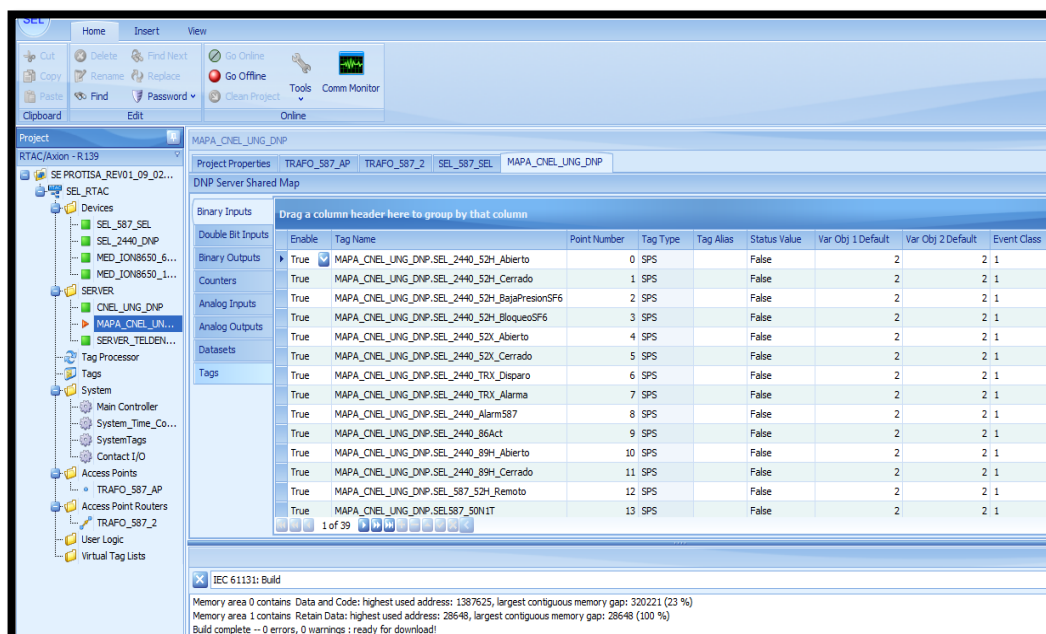


Name	Description	Last Editor	Last Accessed	Status	Version	RTAC Type
Prueba_Proyecto		admin	2/19/2018 10:22 AM		R138	RTAC/Axion
VILLAS DEL REY		admin	2/16/2018 5:24 PM	Locked	R138	RTAC/Axion
SE PROTISA_REV01_09_02_2018		admin	2/16/2018 2:05 PM		R139	RTAC/Axion
Celdas_Loreto_Rev02		admin	2/15/2018 9:22 AM		R136	RTAC/Axion
Celdas_Loreto_Rev01		admin	2/15/2018 6:16 AM		R136	RTAC/Axion
MILAN CATALUÑA REV01		admin	2/12/2018 9:03 PM		R138	RTAC/Axion
Project1.2		admin	2/10/2018 8:57 PM		R138	RTAC/Axion
LA RIOJA		admin	2/9/2018 3:45 PM		R138	RTAC/Axion
SE PROTISA		admin	2/9/2018 2:21 PM		R139	RTAC/Axion
Supan v1.0		admin	2/9/2018 12:14 PM		R136	RTAC/Axion
Indura v1.0		admin	2/8/2018 5:00 PM		R136	RTAC/Axion
PLATAFORMA_F1_25112017		admin	2/8/2018 3:06 PM		R136	RTAC/Axion
Tecnova.0		admin	2/8/2018 3:05 PM		R136	RTAC/Axion
ALHAMBRA REV02_07_12_2017		admin	2/8/2018 3:04 PM		R138	RTAC/Axion
Supan v1		admin	2/8/2018 3:04 PM		R136	RTAC/Axion
MOCOLI.0_R136		admin	1/26/2018 4:00 PM		R136	RTAC/Axion
PLATAFORMA.0.16		admin	1/18/2018 4:32 PM		R136	RTAC/Axion
Project1.3		admin	1/3/2018 11:51 AM		R139	RTAC/Axion
NOVACERO REV01		admin	1/2/2018 2:54 PM		R136	RTAC/Axion

Figura 126. Ventana Software RTAC

Fuente: (Autor)

Ver al mapa 104 que se ha creado anteriormente, y dentro de la ventana ir hacia la pestaña, **TAGS**, y a continuación ponerse en línea y podemos empezar con las pruebas como se muestra en la figura 127.



Enable	Tag Name	Point Number	Tag Type	Tag Alias	Status Value	Var Obj 1 Default	Var Obj 2 Default	Event Class
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_52H_Abierto	0	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_52H_Cerrado	1	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_52H_BajaPresionSF6	2	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_52H_BloqueoSF6	3	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_52H_Abierto	4	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_52H_Cerrado	5	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_TRX_Disparo	6	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_TRX_Alarma	7	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_AlarmS87	8	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_86Act	9	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_89H_Abierto	10	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_2440_89H_Cerrado	11	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL_587_52H_Remoto	12	SPS		False	2	2	1
True	MAPA_CHEL_UNG_DNP.SEL587_50N1T	13	SPS		False	2	2	1

Figura 127. RTAC listo para pruebas a nivel 2.

Fuente: (Autor)

Una vez que empiezan las pruebas, las señales realizan cambios, por ejemplo, los estados de los equipos que se están simulando cambian como se muestra en la figura 128 de **True** a **False**, siendo TRUE en 1 y False en 0.

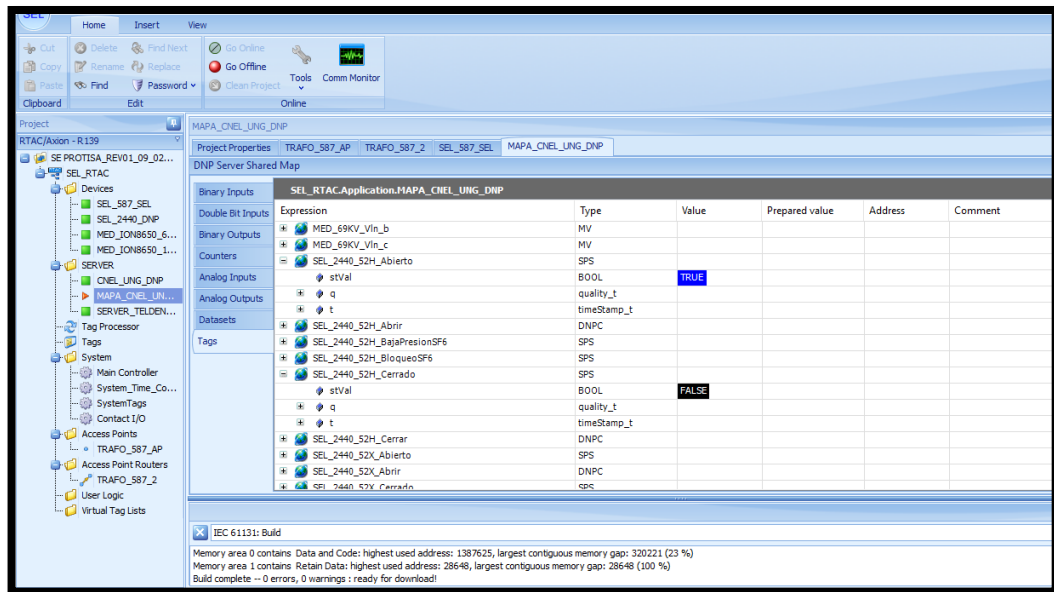


Figura 128. Pruebas de Scada Nivel 3

Fuente: (Autor)

Por ultimo revisar que los equipos se encuentren en Línea, para verificar la correcta conexión de los equipos, como se muestra en la figura 129.

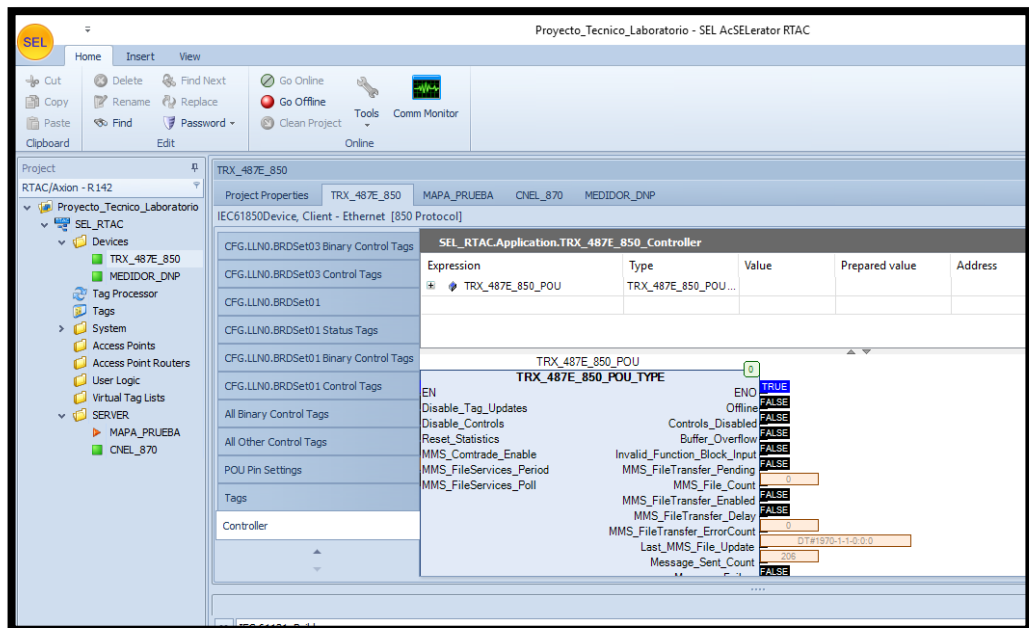


Figura 129. Relé de protección EDs en Línea

Fuente: (Autor)

Los dispositivos que se encuentran en el RTAC, ofrece una variedad de accesos a los datos configurados dentro de los IEDs, se usa un navegador web.

Para tener un registro de todos los eventos que se registran en la RTAC, previo a esto se requiere habilitar el parámetro de Registro de Alarmas, como se muestra en la figura 130.

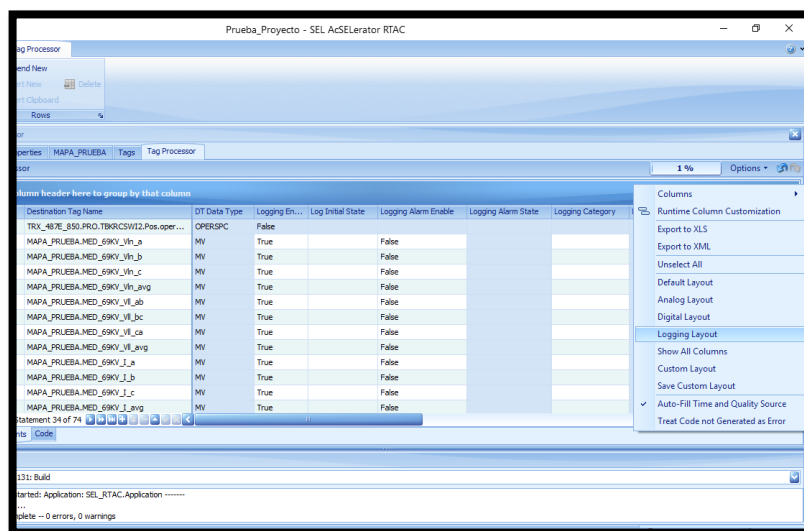


Figura 130. Activar Logging Layout

Fuente: (Autor)

El primer paso se requiere ingresar via web la dirección IP de la RTAC. En este caso es 192.168.0.10 o por la dirección por default 172.29.131.1 por medio del cable USB y el usuario y la contraseña que se haya creado, como se ve en la figura 131.

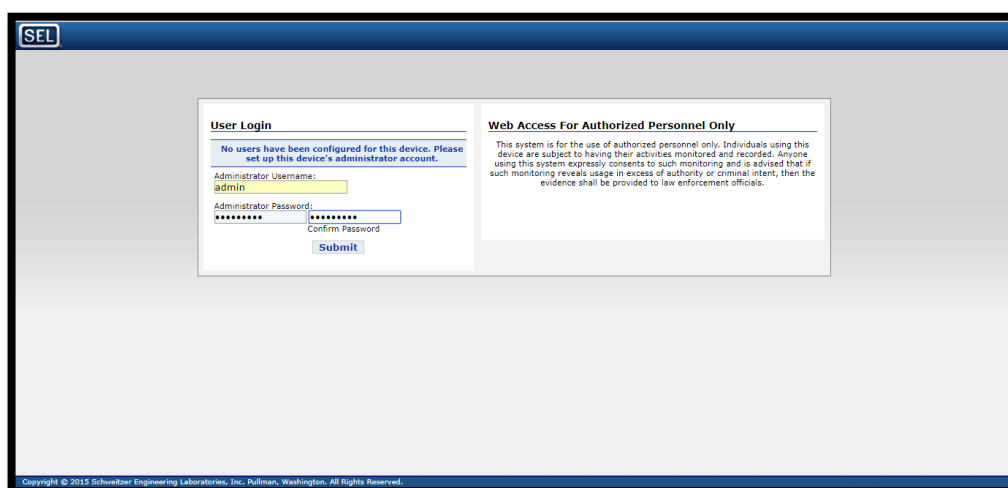


Figura 131. Ingresar al RTAC Vía Browser.

Fuente: (Autor)

Los informes de resumen de alarma y secuencia de eventos SOE proporcionan un registro completo de todas las señales que están en el RTAC, de cada uno de los IEDs que estén integrados desde de la misma red, como se muestra en la figura 132.



Figura 132. Vista de Reportes

Fuente: (Autor)

A continuación, se muestra los reportes de eventos que se han suscitados en la RTAC, como se muestra la figura 133.

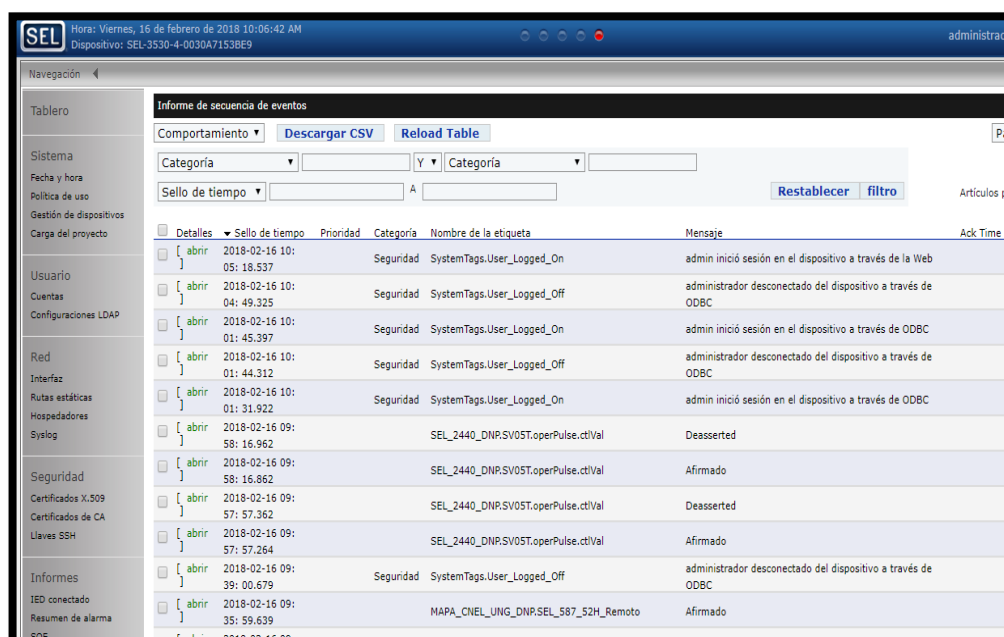


Figura 133. Vista de Reportes en el RTAC.

Fuente: (Autor)

La maleta de pruebas marca OMICRON modelo 356, como se muestra en la figura 134 es la encargada de inyectar corrientes a las entradas analógicas de los relés para generar fallas.

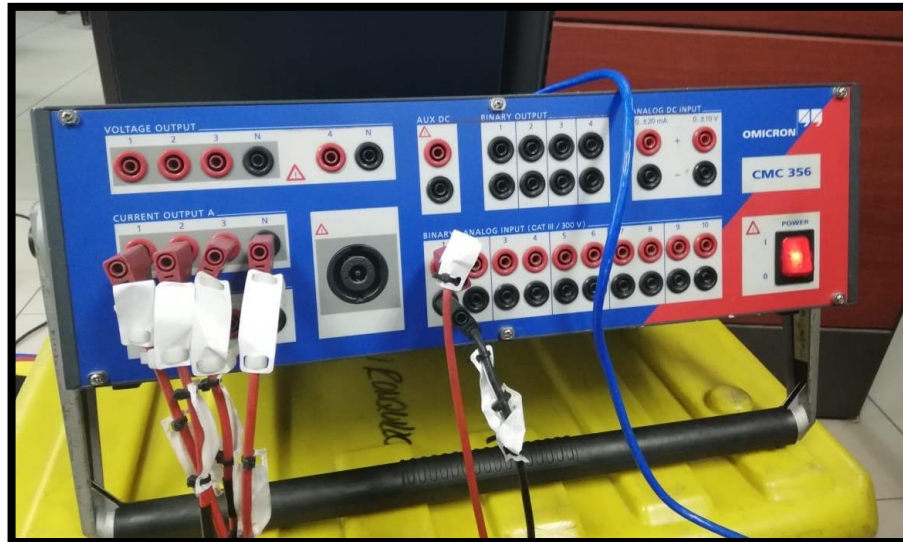


Figura 134. Maleta de Inyección CMC 356

Fuente: (Autor)

En la figura 134 y 135 se observa el cableado de la maleta de pruebas desde sus salidas de corriente, hasta las borneras cortocircuitable del relé de protección.

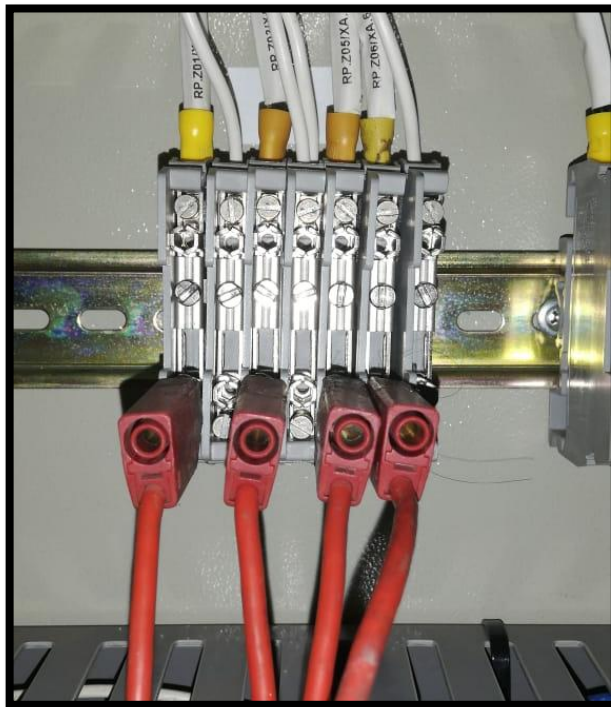


Figura 135. Borneras Cortocircuitable conectado con los cables de la maleta

Fuente: (Autor)

En la página 136 se observa el Software de la maleta de pruebas CMC356, dentro de ella solo se configura las salidas de corriente y los valores a inyectar.

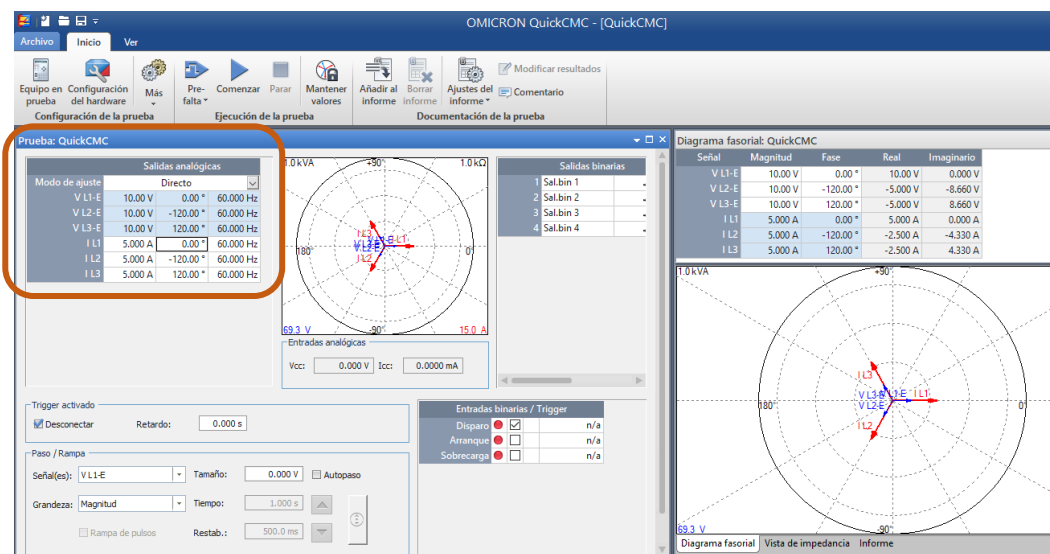


Figura 136. Ventana del Software Test Universe 2.0

Fuente: (Autor)

En la figura 137 se muestra la pantalla HMI, donde se va a estar monitoreando los equipos que forman parte de la subestación eléctrica además de las señales, alarmas y fallas.

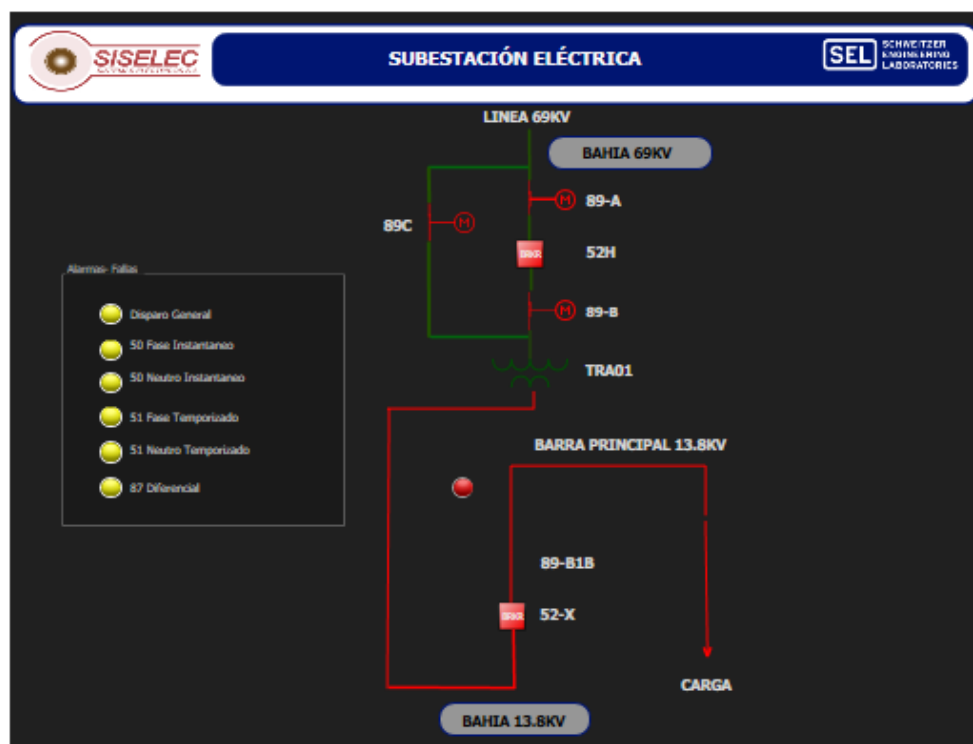


Figura 137. Ventana HMI de la Subestación Eléctrica

Fuente: (Autor)

6 CONCLUSIONES

En este espacio el estudiante emite las conclusiones del caso referente a cada práctica, comparando los resultados obtenidos en relación a lo esperado de forma teórica.

7 RECOMENDACIONES

En este espacio el estudiante realiza las recomendaciones del caso para esta práctica de acuerdo a su experiencia mantenida en la misma.

- Antes de empezar cualquier configuración es necesario verificar que las conexiones externas estén bien realizadas esto con respecto al cableado estructurado.
- Una vez agregada la señales, lo siguiente es proceder a la integración de las señales a través del Tag proccesor, como se muestra en la figura 153.
- En tal caso que se logre poner los equipos en línea, se tiene que revisar los parámetros de comunicación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se implementó el tablero de comunicaciones con sus respectivos equipos, para el laboratorio que se encuentra dentro de la empresa SISELEC, de esta manera se pretende poner en práctica los conocimientos que han adquiridos los Ingenieros durante su proceso de formación.

Los módulos han sido desarrollados con el fin de crear un sistema scada.

Se realizaron 7 prácticas, que son necesarias para la implementación de un sistema Scada con el Software RTAC.

Práctica #1: Configuración de direcciones IPs, de los equipos que conforman el Modulo de Comunicaciones.

Práctica #2: Configuración de las variables dentro del IED

Práctica #3: Configuración de base de datos y Reportes en el Software Acselelator Architec.

Práctica #4: Integración de Señales mediante el protocolo 61850.

Práctica #5: Crear servidores para el Scada.

Práctica #6: Pruebas de Scada y simulación de fallas.

CONCLUSIONES

En este proyecto para su desarrollo se utilizó equipos IEDs SEL y para sus configuraciones los softwares como Acseleator QuickSet, Acseleator Architec y Acseleator RTAC, herramientas muy útiles al momento de implementar un sistema Scada, con esto se demuestra que la interacción del Software con el Hardware es muy importante.

Gracias a esta implementación se puede conocer más el protocolo de comunicación IEC 61850, y la comunicación entre los equipos, que son muy utilizados en la interacción y control de las subestaciones.

RECOMENDACIONES

El controlador de automatización RTAC SEL 3530, además de realizar el monitoreo remoto de una subestación, por lo cual se puede utilizar varios relés que se adquieran a futuro en el departamento de Ingeniería de la empresa SISELEC.

Los módulos de prueba quedan implementados para que se realice un sistema scada con otro equipo o Software diferente para aumentar y/o mejorar los conocimientos sobre la automatización de las subestaciones eléctricas.

ANEXOS



SEL-487E-3, -4 Transformer Differential Relay

Three-Phase Transformer Protection, Automation, and Control System



Major Features and Benefits

The SEL-487E Transformer Differential Relay provides three-phase differential protection for transformer applications with as many as five three-phase restraint current inputs. Use the three independent restricted earth fault (REF) elements for sensitive ground-fault detection in grounded wye-transformer applications. Detect turn-to-turn winding faults for as little as two percent of the total transformer winding with the negative-sequence differential element. Apply the two three-phase voltage inputs for over- and undervoltage, frequency, and volts/hertz protection. Make any overcurrent element directional using voltage polarized directional elements as torque control inputs to the overcurrent elements. Monitor and protect critical substation assets with comprehensive breaker wear and transformer thermal and through-fault monitoring. Perform bay control functions for as many as five breakers and 20 disconnect switches using the built-in system mimic diagrams.

Figura 138. Anexo1 Relé 487E

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories)

- **High-Speed Differential Protection.** A two-stage slope adapts automatically to external fault conditions, providing fast, sensitive, dependable, and secure differential protection, even for CT saturation and heavily distorted waveforms.
- **Multiple Synchrophasor Data Channels.** System-wide monitoring is available through as many as 24 synchrophasor data channels. Record and store up to 120 seconds of IEEE C37.118 binary synchrophasor data.
- **Restricted Earth Fault Protection.** Three independent REF elements provide sensitive protection for faults close to the winding neutral in grounded wye-connected transformers.
- **Inrush and Overexcitation Detection.** Combined harmonic blocking and restraint features provide maximum security during transformer magnetizing inrush conditions. Wave-shape-based inrush detection addresses inrush conditions that contain low second and fourth harmonic content.
- **Turn-to-Turn Winding Fault Protection.** Innovative negative-sequence differential elements provide transformer windings protection from as little as two percent turn-to-turn winding faults.
- **Combined Overcurrent.** SEL-487E configurations exist for a wide variety of transformer applications. Use the combined overcurrent elements for transformers connected to ring-bus or breaker and one-half systems.
- **Directional Element Performance Optimization.** Application of phase and ground directional overcurrent elements with Best Choice Ground Directional Element[®] voltage polarization optimizes directional element performance and eliminates the need for many directional settings.
- **Transformer and Feeder Backup Protection.** Adaptive time-overcurrent elements with selectable operating quantity, programmable pickup, and time-delay settings provide transformer and feeder backup protection.
- **Reverse Power Flow and Overload Condition Protection.** SEL-487E directional real- and reactive-power elements guard against reverse power flow and overload conditions.
- **Synchronism Check.** Synchronism Check can prevent circuit breakers from closing if the corresponding phases across the open circuit breaker are excessively out of phase, magnitude, or frequency. The synchronism-check function has a user-selectable synchronizing voltage source and incorporates slip frequency, two levels of maximum angle difference, and breaker close time into the closing decision.
- **Front-Panel Display of Operational, Breaker, and Disconnect Device Status.** Integral mimic displays on the relay front panel provide easy-to-read operational, control, breaker, and disconnect device information.
- **Transformer Configuration and Compensation Setting Verification.** The Commissioning Assistance Report verifies proper transformer configuration and compensation settings automatically and identifies wiring errors quickly.
- **IEC 60255-Compliant Thermal Model.** Use the relay to provide a configurable thermal model for the protection of a wide variety of devices.
- **Reduced System Coordination Delays.** SEL-487E breaker failure protection with subsidence detection minimizes system coordination delays.
- **Simplified System Integration.** Ethernet communication using DNP3 LAN/WAN and IEC 61850 protocols simplify system integration.
- **Serial Data Communication.** The SEL-487E can communicate serial data through SEL ASCII, SEL Fast Message, SEL Fast Operate, MIRRORED BITS[®], and DNP3 protocols. Synchrophasor data are provided in either SEL Fast Message or IEEE C37.118 format.
- **Input/Output Scaling.** The SEL-2600 RTD Module provides as many as 12 temperature inputs, and SEL-2505/SEL-2506 Remote I/O Modules provide a scalable number of discrete I/O points.
- **Setting and Commissioning Standardization.** ACSELERATOR QuickSet[®] SEL-5030 Software standardizes and simplifies settings and commissioning.
- **Two CT Input Levels.** Selectable 1 A or 5 A nominal secondary input levels are available for any three-phase winding input.
- **Software-Invertible Polarities.** Invert individual or grouped CT and PT polarities to account for field wiring or zones of protection changes. CEV files and all metering and protection logic use the inverted polarities, whereas COMTRADE event reports do not use inverted polarities but rather record signals as applied to the relay.

Figura 139. Anexo 1 Características 487E

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories)

[illegible]

Figure 1 Functional Diagram

AND NUMBERS, ACRONYMS, AND FUNCTIONS	
16 SEC	Access Security (Serial, Ethernet)
24	Vault/Verbs
25	Synchronization Check
27	Under-voltage
32	Directional Power
46	Current Unbalance
49	Thermal
50B	Breaker Failure Overcurrent
50N	Neutral Overcurrent
50 (P, G, Q)	Overcurrent (Phase, Ground, Neg. Seq.)
50M	Neutral Time Overcurrent
50 (P, G, Q)	Time-Overcurrent (Phase, Ground, Neg. Seq.)
59	Overvoltage
67 (P, L, Q)	Directional Overcurrent (Phase, Ground, Neg. Seq.)
81 (D, LB)	Over- and Underfrequency
83 800	SEL Messages Rpt-3 Communications
87 (L, R, Q)	Transformer Differential (Constrained, Unconstrained, Neg. Seq.)
315	Event Reports
ENW	SEL-2000
99M	Operator Interface
LOC	Expanded SEL-3000® Control Equations
WET	High Accuracy Metering
PMU	Synchrophasors
RTT	Restricted Earth-Fault
RTU	Remote Terminal Unit
SEB	Sequential Events Recorder
ADDITIONAL FUNCTIONS	
52B	Breaker Wear Monitor
LDP	Load Data Profiling
525M	Station Battery Monitor
5P	Software Invertible Polarities
7190	IEEE 60255 Compliant Thermal Model
71D	Time Domain Link Remote Data Acquisition
71M	Transformer Monitor

⁵ Copper in Fiber Optic ⁶ National Feature

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories)



RTAC SEL-3530 Real-Time Automation Controller



Available in a 1U or 3U chassis, the SEL-3530 Real-Time Automation Controller (RTAC) is a powerful automation platform that combines the best features of the embedded microcomputer form factor, embedded real-time operating system, and secure communications framework with IEC 61131-3 PLC programmability.

Major Features and Benefits

- **Simple Setup With ACSELERATOR RTAC[®] SEL-5033 Software.** Build a system quickly using preconfigured device templates for SEL relays and other communications connections. The Tag Processor provides methods to map data relationships between communications protocols visually.
- **Multiple Device Functions in One Reliable Device.** Use a single RTAC as a protocol gateway, RTU, logic processor, PAC, engineering port server, event processor, and system-wide SER logger/viewer.
- **Proven Reliability.** The RTAC is designed and tested to withstand vibration, electrical surges, fast transients, and extreme temperatures that meet or exceed protective relay standards and IEEE 1613 "Standard Environmental and Testing Requirements for Communications Networking Devices in Electric Power Substations."
- **IEC 61850.** Integrate high-speed control schemes between the RTAC and relays with IEC 61850 GOOSE peer-to-peer messaging. Poll and send data sets and reports from other IEDs with IEC 61850 MMS client/server.
- **Integrated HMI.** Build custom human-machine interface (HMI) displays quickly and easily without the need for mapping data tags. Because it is web-based, no special software is needed for viewing HMI displays.
- **Protection Against Malware and Other Cybersecurity Threats.** Protect your RTAC system with exe-GUARD[®], which uses advanced cryptographic algorithms to authorize the execution of any program or service on the system. Any tasks not approved by the whitelist are blocked from operation.
- **User Security.** Assign individual user and role-based account authentication and strong passwords. Use Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) for central user authentication.
- **Integrated Security Management.** Comply with NERC/CIP user authentication, logging, and port control requirements.
- **Standard IEC 61131-3 Logic Design.** Create innovative logic solutions directly in ACSELERATOR RTAC by using any of the editor tools: Tag Processor, Structured Text, Ladder Logic, or Continuous Function Chart.
- **Flexible Protocol Conversion.** Apply any available client or server protocol on any serial or Ethernet port. Each serial port can be used in software-selectable EIA-232 or EIA-485 mode. The two rear Ethernet ports can optionally be copper or fiber-optic connectors.
- **Synchrophasor Technology Included.** Use the IEEE C37.118 client protocol to integrate synchrophasor messages from relays or phasor measurement units (PMUs) in your system. These messages can be used for logic and control in the station or converted to DNP3 or other protocol for SCADA usage.

Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.

SEL-3530 RTAC Data Sheet

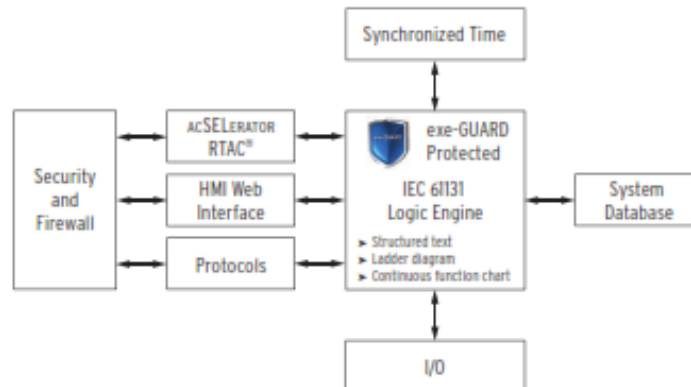
Figura 141. Anexo 2 SEL3530-4 RTAC

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories)

- **Standard Data Management.** Map and scale data points easily between protocols in small and large systems. You can also normalize IED data into common data types, time-stamp formats, and time zones.
- **Single-Point Engineering Access.** Gain engineering access to station IEDs through a single serial port, external modem, or high-speed network connection.

Product Overview

Functional Diagram



IEC 61131 Logic Engine

As depicted in the functional diagram, each RTAC includes an IEC 61131 logic engine that is preconfigured to have access for all system tags, IED data, diagnostics, alarms, security events, and communications statistics for use integrating your system. The system has no functional separation between those tags mapped for communications protocols and those used in programmable logic. This architecture greatly simplifies system configuration effort because no additional selection is required to identify tags used by the logic engine. You simply use any needed IED data, calculated values, and system tags in deterministic logic for the control of critical applications.

Management of the task-processing sequence and solve rate in the RTAC is similar to that for traditional PLCs or PACs. The fastest processing rate is 4 ms. Optimize the processor utilization by setting the processing rate no faster than necessary for your application.

Task processing in the logic engine includes protocol I/O, system management, and any custom logic programs you create using Structured Text (ST), Ladder Logic Diagram (LD), or Continuous Function Charts (CFC). CFC programs are a type of IEC 61131-3 Function Block Diagram (FBD) that provide more programming flexibility than standard FBDs. The ACSELERATOR RTAC software includes the IEC 61131-3 and Tag Processor editors you will use to manage any protocol information and custom logic needed for your system.

Manage User Accounts and Alarms in Web Server

The built-in RTAC web interface provides the ability to manage user accounts and system alarms remotely. Each user account has a unique username, password, and assigned role that defines system permissions. You can also configure the RTAC to use LDAP central authentication for user account management. The system includes web pages for monitoring user logs and maintaining network policies.

Logged tag values and system events provide a system-wide Sequence of Events report. View the logs online or use ODBC connectivity to download them to a central database.

You can also configure Ethernet connections and monitor system status from the web interface. All of the Ethernet ports can operate on independent networks, or you can bind them for failover operation.

Flexible Engineering Access

Access Point Routers in the RTAC provide a means for creating transparent connections between any two ports. A transparent connection is a method for using the RTAC as a port server to connect remotely to an IED. Simple logic in the RTAC enables remote engineering access only through supervisory commands.

Figura 142. Anexo 2 Daigrama Funcional RTAC

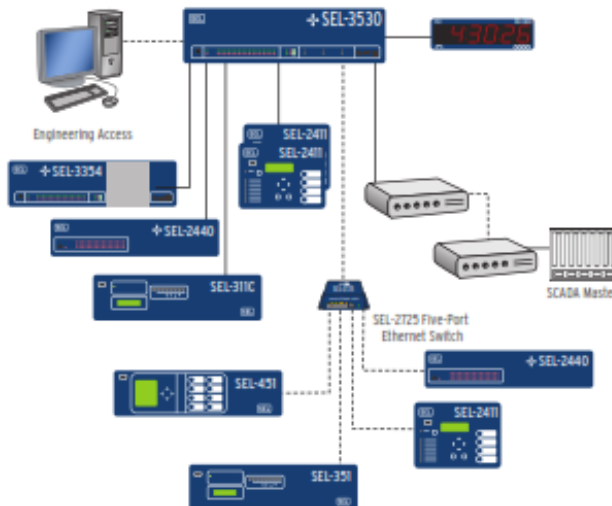
Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories)

Applications

Substation SCADA, Report Retrieval, Engineering Access, and Alarm Notification

The RTAC can act as a data concentrator by using protocols such as IEC 61850 MMS client, Modbus®, DNP3, IEC 61850 GOOSE, or MIRRORED BITS® communications to integrate both serial and Ethernet IEDs. Enable logging on any system or IED tag to view and archive a station-wide event record.

The RTAC Ethernet connection provides a means to remotely access the system to monitor logs and diagnostics. First establish a remote connection with any IED connected to the RTAC through Engineering Access communications channels. Then use the ACSELERATOR QuickSet® SEL-5030 Software suite to manage protection and control settings for these relays remotely.



Synchrophasor Integration and Control

The RTAC can integrate synchrophasor messages from the IEEE C37.118 protocol into SCADA protocols, such as DNP3 or Modbus. Easily include the source PMU time stamps and time quality attributes in the SCADA message to allow for system-wide usage of synchrophasor data.

Within the RTAC logic engine, you can perform complex math and logic calculations on synchrophasor data from IEEE C37.118-compliant devices.

The RTAC also synchronizes the time clocks in attached devices that accept a demodulated IRIG-B time signal. The RTAC regenerates the demodulated IRIG-B signal from an external modulated or demodulated source; this signal is precise enough for synchrophasor applications.

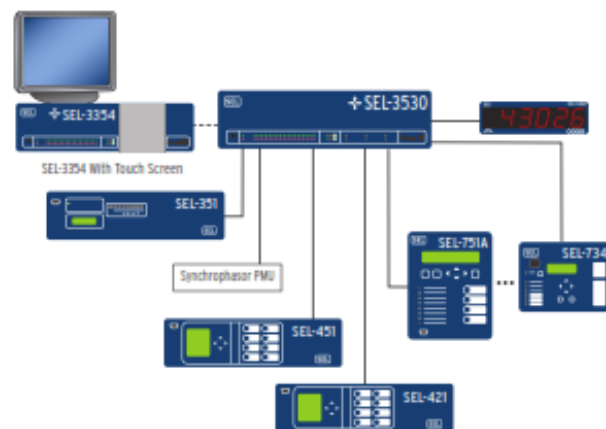



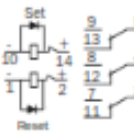
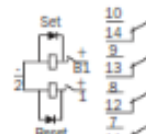
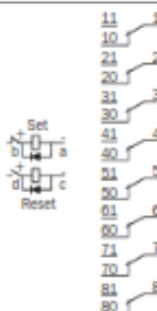


Figura 143. Anexo 2 Aplicaciones SEL 3530-4 RTAC

Fuente: (Schweitzer Engineering Laboratories)

TRIP AND LOCKOUT RELAYS (I)

Model	BF-3R	BF-4R	BJ-8R
			
Applications	Intended for trip and lockout applications where high demanding requirements in operating time and breaking capacity are needed.		
High burden configuration	not available	See page 15 for technical details	See page 15 for technical details
Construction characteristics			
Contacts no.	3 Changeover	4 Changeover	8 Changeover
Connections			
Options	Options are not available		
Weight (g)	300		600
Dimensions (mm)	45 x 45 x 96,5 (F short Type)		90 x 50 x 100,5 (J short Type)
Coil characteristics			
Standard voltages ⁽¹⁾	24, 48, 72, 110, 125, 220 Vdc / 63,5, 110, 127, 230 Vac (50-60 Hz)		
Voltage range	+10% -20% U _n		
Pick-up voltage	See pick-up voltage / temperature curves for Latching relays		
Consumptions only in the change-over	27 W	23 W	30,5 W
Operating time			
Pick-up time	<10 ms (Vdc) <20 ms (Vac)		<10 ms (Vdc) <20 ms (Vac)
Contacts			
Contact material	AgNi		
Distance between contacts	1,8 mm		
Permanent current	10 A		
Instantaneous current	880 A during 200 ms / 200 A during 10 ms		
Max. making capacity	40 A / 0,5 s / 110 Vdc		
Breaking capacity	See breaking capacity curves (Contact configuration type A)		
Max. breaking capacity	See value for 50.000 operations		
U _{max} opened contact	250 Vdc / 400 Vac		
Performance data			
Mechanical endurance	10 ⁷ operations		
Operating temperature	-40°C +70°C		
Storage temperature	-40°C +70°C		
Max. operating humidity	93% / +40°C		
Operating altitude ⁽²⁾	<2000 m		

⁽¹⁾ Other voltage upon request

⁽²⁾ Ask for higher altitudes



Figura 144. Anexo 3 Características Relé Bioestable

Fuente: (Arteche)

DATASHEET - FAZ-C1/2-NA



Miniature circuit breaker (MCB), 1A, 2p, C-Char, AC

Part no. FAZ-C1/2-NA
Catalog No. 102158
Eaton Catalog No. FAZ-C1/2-NA
EL-Nummer 0001691587
(Norway)



Similar to illustration

Delivery program

Basic function	Miniature circuit-breakers
Number of poles	2 pole
Tripping characteristic	C
Application	Switchgear for export to North America (UL-listed)
Rated current	I_n A 1
Rated switching capacity acc. to IEC/EN 60947-2	I_{cu} kA 15
Product range	FAZ-NA

Technical data

Electrical

Standards	UL 489, CSA C22.2 No. 5 IEC 60947-2
Rated operational voltage	U_n V 277/480 V
	U_n V AC 277/480 V
	V DC 60
Rated voltage according to IEC/EN 60947-2	U_n V AC 440
Rated voltage according to UL	U_n V AC 480V/277
Rated switching capacity acc. to IEC/EN 60947-2	I_{cu} kA 15
Breaking capacity according to UL	kA 10 (UL489)
Characteristic	B, C, D
Selectivity Class	3
Lifespan	
Lifespan	Operations > 20000
Direction of incoming supply	as required

Mechanical

Standard front dimension	mm 45
Enclosure height	mm 105
Mounting width per pole	mm 17.7
Mounting	IEC/EN 60715 top-hat rail
Degree of Protection	IP20, IP40 (when fitted)
Terminals top and bottom	Twin-purpose terminals
Terminal protection	Finger and back-of-hand proof to BGV A2
Tightening torque of fixing screws	N/m max. 2.4 UL: #18-12 AWG: 2.4 Nm (21 lb-in) #10-8 AWG: 2.6 Nm (25 lb-in) #6 AWG: 4 Nm (36 lb-in)
Mounting position	As required

Design verification as per IEC/EN 61439

Technical data for design verification	
Rated operational current for specified heat dissipation	I_n A 1
Heat dissipation per pole, current-dependent	P_{vid} W 0
Equipment heat dissipation, current-dependent	P_{vid} W 2.2

10/21/2018

Eaton 102158 ED/2018 v43.0 EN

Figura 146. Anexo 5 Característica Breaker EATON

Fuente: (Eaton)



24-Port 100FX Managed Layer 2+ Switch Plus 4 Gigabit Dual Media Ports



The Signamax 24-port Managed Layer 2+ Ethernet Switch provides non-blocking performance for 24 100Base SFP ports, plus 4 Gigabit Ethernet connections. This option is a flexible and highly reliable edge extension switch capable of twisted-pair expansion for large networks that incorporates modern QoS and Tagged VLAN capabilities, along with, the full SNMP management at a surprisingly low cost. The four Dual Media Gigabit Ethernet ports are capable of using auto-detected SFP modules for fiber optic switch interconnection at extended distances.

Both ring and star Gigabit backbone network architectures are possible with full automatic failover. Communication with network management systems such as HP OpenView™ via SNMP for enterprise-wide status display, statistical monitoring, and switch control are also included. Enhanced Layer 3 look-ahead routing features and IP Type of Service support make the 24-port Managed Layer 2+ switch an excellent foundation for establishing or adding to an Enterprise network where redundant power is a requirement.

- Supports Recover-Ring™ and RSTP/MSTP/STP for Ethernet redundancy
- IP multicast filtering through IGMP snooping V1, V2 & V3
- Supports port-based VLAN and IEEE 802.1Q VLAN Tagging and GVRP
- IEEE 802.1p QoS with four priority queues
- MAC-based trunking with automatic link fail-over
- RS-232 console, Telnet, SNMP v1, v2c & v3, RMON, web browser, and TFTP Management
- Supports command line interface in RS-232 console
- Complies with EN50121-4 Railway Application Environment
- IEEE 802.1x Port-Based Network Access Control standard supported
- Bandwidth Rate Control
- Per-port programmable MAC address locking
- Up to 24 static secure MAC addresses supported
- Port Mirroring
- Supports Network Time Protocol (NTP)
- Supports 8192 MAC addresses with 3 Mbits memory buffer
- SFP ports for fast Ethernet or Gigabit Ethernet fiber optic expansion
- 100 to 240 V AC, 50/60 Hz redundant internal universal power supplies for reliability and flexibility

Figura 147. Anexo 6 Switch Descripción

Fuente: (SIGNAMAX)

APPLICABLE STANDARDS

IEEE 802.3 10BaseT
IEEE 802.3u 100BaseTX
IEEE 802.3u 100BaseFX
IEEE 802.3ab 1000BaseT
IEEE 802.3z 1000BaseSX/LX (via SFP module)
IEEE 802.1p Priority (Quality of Service [QoS])
IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol
IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol
IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol compatible
IEEE 802.1Q Tagged VLAN with GVRP
IEEE 802.3x Flow Control
IEEE 802.1x Access Control

PORTS

24 — 100Base SFP ports, plus
4 — 10/100/1000BaseT/TX Auto-Negotiation, Auto-MDI/MDIX Dual Media ports with 1000Base SFP ports
Multicast/Broadcast/Unknown-Unicast Storm suppression enabled.

LED STATUS INDICATORS

Per Switch: Power Status 1 & 2
Per Port: 100Base SFP, 10/100/1000T/TX, Gigabit Ethernet SFP: Link/Activity Gigabit Ethernet SFP: SFP emplaced

PERFORMANCE

Latency: <4.5 μ s (LIFO).
Throughput, per port: 1.48810 million pps (64-byte packets)
Switch Fabric Speed: 12.8 Gbps (non-blocking, wire speed performance)
MAC Address Capacity: 8K; Per-port programmable MAC address locking up to 24 Static Secure MAC addresses per port
Frame Buffer: 3 Mbits
Port Mirroring: Inbound and Outbound, assignable to any port

INTERNETWORKING PROTOCOLS SUPPORTED

Recover-Ring™: Supports recovery of ring-based network architecture in Proprietary.
MAC-based Trunking: 2 Fast Ethernet +1 Gigabit Ethernet trunking groups; up to 4 ports for each group
GARP VLAN Registration Protocol / Generic Attribute Registration Protocol: IEEE 802.1Q with GVRP/ GARP
Multicasting: IP Multicast Filtering via IGMP Snooping V1, V2 & V3
Spanning Tree Protocol/Rapid Spanning Tree/Multiple Spanning Tree Protocol: IEEE 802.1d/1w/1s

VLAN CAPABILITIES

Port-based VLAN
IEEE 802.1Q Tag-based VLAN; up to 4096 active VLANs possible

QoS CAPABILITIES

Supports 802.1p QoS with four level priority queue
Supports two scheduling types, Strict Priority and Weighted Round Robin (WRR) with user-variable weighting.
Supports bandwidth rating per port
Ingress and Egress rate limits: 1 Kbps up to 100 Mbps for 10/100 ports, up to 1 Gbps for 1000Base ports

MANAGEMENT

Access Methods: Console port access via RS-232C DB-9 local console serial port, Telnet remote access, SNMP agent, and Web browser.
Software Upgrade Capability: Via TFTP
SNMP v1, v2c, and v3 Network Management
RFC 1213 MIB (MIB-2)
RFC 1757 RMON MIB
Statistics Group 1
History Group 2
Alarm Group 3
Event Group 9

Figura 148.Anexo 6 Características

Fuente: (SIGNAMAX)

CMC 356 – Pruebas de relés y puesta en servicio

El equipo CMC 356 es la solución universal para probar todas las generaciones y tipos de relés de protección. Sus seis potentes fuentes de corriente (modo trifásico: hasta 64 A / 860 VA por canal) con una gran gama dinámica, hacen que el CMC 353 sea capaz de probar hasta los relés electromecánicos de alta carga con demanda de potencia muy alta.

El CMC 356 es la opción ideal para aplicaciones que requieren la más alta versatilidad, amplitud y potencia. Los ingenieros y técnicos de puesta en servicio agradecen especialmente su capacidad de realizar comprobaciones de cableado y plausibilidad de los transformadores de corriente, mediante la inyección primaria de altas corrientes desde el equipo de prueba.



2 entradas de contador y
4 salidas binarias (transistor)
Por ejemplo para CMIRIG-B

Puerto USB para control desde PC

6 Salidas de Bajo Nivel ($\pm 10 V_{pk}$)
Opción LLO-2: 6 salidas adicionales

2 puertos PoE (Power over Ethernet) para
control desde PC, CMControl, CMGPS 588
o IEC 61850 GOOSE y Sampled Values



Figura 149. Anexo 7 Maleta de Inyección CMC356

Fuente: (OMICRON Electronic)



Las señales de prueba analógicas se generan digitalmente usando la tecnología DSP. Esto, en combinación con el uso de algoritmos adicionales de corrección de errores, produce **señales precisas de prueba** incluso a amplitudes pequeñas.

Los seis **canales de salida** de corriente y los cuatro de tensión se ajustan continua e independientemente en cuanto a amplitud, fase y frecuencia. Todas las salidas están a prueba de sobrecarga y cortocircuito y están protegidas contra las señales externas transitorias de alta tensión y contra la sobretensión.

El **interfaz de red integrado** admite pruebas completas en entornos IEC 61850 usando la simulación y suscripción opcional GOOSE y la funcionalidad de simulación de Sampled Values.

En la parte posterior de los equipos de prueba existen hasta 12 canales independientes con **señales de bajo nivel**, que se pueden utilizar para probar relés que tienen una función de entrada de bajo nivel o para controlar amplificadores externos.

Utilizando la opción de software EnerLyzer, las diez entradas binarias de una CMC 356 equipada con la opción de hardware ELT-1 funcionan alternativamente como **entradas de medida analógicas**. También puede usarse el equipo como multímetro multifuncional y registrador de transitorios.

Además de operar con el potente software Test Universe desde un PC, el CMC 356 puede controlarse mediante la flexible **unidad CMControl**, o bien mediante la **CMControl App**, ejecutada en un PC Windows o en una Tablet Android. Para más información, rogamos visite nuestra web.



Control de panel frontal CMControl-5 (opción)

Para obtener información técnica detallada vea el catálogo de productos o nuestro sitio web.

Figura 150. Anexo 7 Característica Maleta de Pruebas CMC356

Fuente: (OMICRON Electronic)

CMC 356

CMC 356: Equipo de prueba y herramienta de puesta en servicio de tensión tetrafásico/corriente hexafásico

Equipo de prueba de relés de protección

- Relés electromecánicos de alta carga
- Relés estáticos
- Relés numéricos
- IED IEC 61850 (GOOSE y Sampled Values)
- Paneles de protección
- Pruebas de extremo a extremo con GPS o IRIG-B
- Protección de barras (hasta 22 generadores de señal)

Simulador de sistemas de potencia

- Simulación de falla transitoria
- Oscilación de potencia
- Simulación de saturación de TC
- Simulación de IP
- Simulación de bobina Rogowski
- Red compensada
- Reproducción de transitorios (COMTRADE, PL4 (EMTP), ...)

Fuente de tensión y corriente programable

- Investigación y desarrollo
- Garantía de la calidad de la producción

Herramienta universal para la puesta en servicio de subestaciones

- Comprobación de indicaciones SCADA
- Medición de carga
- Comprobador de polaridad de TC/TT
- Verificador del cableado
- Comprobación de plausibilidad para TC/TT con inyección primaria

Dispositivo portátil de medida de 10 canales¹

- Registro transitorio (trigger: binario, PQ, GPS)
- Multímetro para: I, V, f, S, P, Q, $\cos \phi$...
- Registro de tendencias para: I, V, f, S, P, Q
- Análisis de armónicos

¹ Con la opción de hardware ELT-1 y la opción de software EnerLyzer™



Figura 151. Anexo 7 Aplicaciones CMC356

Fuente: (OMICRON Electronic)



MajorPower MTS130 / 10AT-1U, Rectificador , Fuente de Poder Compacta

Parte # MTS130 / 10AT-1U
Código 100866

Entrada de CA

- Voltaje: 120/208/240 VAC
- Frecuencia: 45-65 Hz
- Factor de potencia: > 0.99
- Eficiencia: 92%

Salida DC

- Capacidad: 10 Amps; 1400W
- Voltaje: 85-158 VDC
- Regulación de voltaje: $\pm 0.5\%$
- Tiempo de inicio suave: <8 seg

Distribución

- Salida: 1 @ 25A; 2 polos

Ambiental

- Temperatura de funcionamiento: -10°C a 75°C
- MTBF: > 253,000 Hr
- Enfriamiento: aire forzado; Velocidad variable

- Amplio rango de CA; Potencia total con 120/208/240 VAC
- Operaciones de temperatura extendida; Hasta 75 ° C
- Alarmas programables en contactos secos
- Paquete de comunicación remota integrada
- Pantalla de monitor fácil y manejable

Figura 152. Anexo 8 Fuente 125VDC

Fuente: (MajorPower)

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

ABB. (s.f.). <http://new.abb.com/substation-automation/systems>.

Aguila, J. C. (Marzo 2007). AUTOMATIZACION DE SUBESTACIONES E INTEGRACION AL SISTEMA SCADA. Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL .

Bruno, L. G. (2009). Conceptos sobre celdas de MT. CHILE.

Cornejo, P. A. (Abril de 2011). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMA SCADA PARA SISTEMA DE ELECTRIFICACIÓN SUSTENTABLE EN LA LOCALIDAD DE HUATACONDO. Santiago , CHILE.

Dolezilek, D. (2005). IEC 61850: WHAT YOU NEED TO KNOW ABOUT FUNCTIONALITY AND PRACTICAL IMPLEMENTATION. Pullman, USA.

ELECTROWERKE. (s.f.). <http://www.electrowerke.com.pe/producto/pararrayos-de-subestacion-clase-2/>.

Enríquez Harper, G. (s.f.). Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas.

Fernando Matos and Rogério Paulo, R. S. (2011). IEC 61850 Multivendor Substation Applications: Working in Europe? Portugal.

Frankz Peter Lindstrom, M. L. (Septiembre de 2012). Aspectos relevantes para la configuración de una red IEC61850 para su operación y mantenimiento. Paraguay.

GROUP, A. (Colombia). IEC-61850 PROYECTADO A LA EFICIENCIA .

Institute, A. N. (s.f.). IEEE Recommended Practice for Master/ Remote Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Communications. New York .

Jose Bernal, N. H. (Agosto de 2017). APLICACIÓN DEL ESTÁNDAR IEC 61850 EN LOS SISTEMAS DE PROTECCIONES Y MEDICIONES ELECTRICAS EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION. San Salvador.

Jose Yopez, K. G. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE MENSAJERÍA GOOSE BAJO LA NORMA IEC61850 EN RELÉS SEL PARA ESQUEMAS DE PROTECCIÓN DE BARRA. Guayaquil.

Kostovski, J. (2015). Building Smart Grids with Eclipse IoT Technology: Electrical Substation Automation Revisited.

Laboratories, S. E. (2017). <https://selinc.com>.

- Lavin, H. (2011). Automatización de Subestaciones Electricas .
- Montes, M. P. (2017). Sistemas de Pararrayos y su importancia para la seguridad .
Lima : Silicom Technology.
- Moxa Inc. (2016). AirWorks AWK-3121 User's Manual. China.
- ORMAZABAL. (s.f.). <https://www.ormazabal.com/es>.
- Palacios, M. A. (2010). Automatización de una Subestación Electrica utilizando el Protocolo IEC 61850 y el IEC 61850 para el envio de Datos. . Lima, Peru :
Universidad Ricardo Palma.
- Pozzuoli, M. P. (2007). Ethernet in Substation Automation Applications – Issues and Requirements. Concord, Ontario, Canada: RuggedCom.
- RITZ. (2009). <http://www.ritzusa.com/Resources/24.pdf?page=378>.
- Romero, R. A. (2015). ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO EN UNA SUBESTACION ELECTRICA Y PROPUESTA DE UN DISEÑO PARA UN SISTEMA SCADA. GUAYAQUIL : UCSG.
- Rotta, S. K. (2008). Applying IEC 61850 to Real Life: Modernization Project for 30 Electrical Substations .
- S.A, T. (2018). <https://telnetron.com>.
- SANCHEZ, T. C. (2011). Estudio de un Sistema Scada Aplicable a las Subestaciones Electricas de Distribución. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca.
- Schweitzer Engineering Laboratories . (2017). Obtenido de <https://selinc.com/products/487e/#tab-literature>
- Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. (2017). SEL-487E-3, -4 Relay Current Differential and. U.S.A.
- SIGNAMAX. (s.f.). <http://signamax.com/switches/>.
- SISELEC. (2017). Manual de Operaciones y Mantenimiento de una subestación. .
- Society, I. P. (2008). IEEE Standard for SCADA and Automation Systems. New York.
- SUBESTACIONES. (s.f.).
HTTP://D3THFLCQ1YQZN0.CLOUDFRONT.NET/026321772_PREVSTILL.JPG .
- Villegas, M. (2003). Subestación de Alta y Extra Alta Tensión .